

सुलभ
विज्ञान
माला

सम्पादक

डॉ० सत्यप्रकाश

पहली पोथी

प्रकाश
की
वार्ता

सत्यसाहित्य प्रकाशन

- लेखक : ब्रह्मानंद गुप्त
नरेश वेदी
- चित्राकन : नरेन्द्रनाथ सेठी
एसोसियेटेड आर्टिस्ट्स
- प्रकाशक : मार्तण्ड उपाध्याय
मंत्री, सस्ता साहित्य मंडल
नई दिल्ली
- मुद्रक : नेशनल प्रिंटिंग वर्क्स
दिल्ली
- संस्करण : पहली बार
सन् १९५५
- मूल्य : डेढ़ रुपया

यह माला

हिन्दी में ऐसी पुस्तकों का अभाव बहुत समय से खटक रहा था, जो विज्ञान के कठिन विषयों का सरल-सुबोध ढंग से पाठकों को ज्ञान करा सकें। अंग्रेजी में ऐसी किताबों की कमी नहीं है, पर हिन्दी में अभी तक इस दिशा में कोई सफल प्रयोग नहीं किया गया।

इसी कमी को ध्यान में रख कर 'सस्ता साहित्य मण्डल' द्वारा इस 'सुलभ-विज्ञान-माला' का प्रकाशन प्रारम्भ हो रहा है। इस माला की पुस्तकों में विज्ञान के बुनियादी तथ्यों को इसने सरल ढंग से प्रस्तुत किया जायगा कि बच्चे तथा इन विषयों से अज्ञानकार पाठक भी आसानी से समझ सकें।

इसमें सदेह नहीं कि आज का युग विज्ञान का युग है। विज्ञान की प्रगति ने ससार के देशों को एक-दूसरे के निकट ला दिया है। मनुष्य के वर्तमान आर्थिक, नैतिक, बौद्धिक, सामाजिक एवं राजनैतिक जीवन पर भी विज्ञान का बड़ा प्रभाव पड़ा है।

अपने देश की चहुंमुखी प्रगति के लिए और अन्य उन्नत देशों के साथ-साथ चलने के लिए भारत के लोक-जीवन में विज्ञान के महत्त्व को कम नहीं किया जा सकता।

बड़े हर्ष की बात है कि इस माला की पुस्तकों का सम्पादन हिन्दी के सुविख्यात विज्ञान-शास्त्री और प्रयाग विश्वविद्यालय के विज्ञान-विभाग के प्राध्यापक डा० सत्यप्रकाशजी के द्वारा हो रहा है। इस कृपा के लिए हम उनके अत्यन्त आभारी हैं।

हमें विश्वास है कि इस माला की पुस्तकों से विज्ञान के प्रति विद्यार्थियों तथा साधारण पाठकों की अधिकाधिक रुचि उत्पन्न होगी और उसके ज्ञान से उन्हें लाभ होगा।

—प्रकाशक

पाठकों से

इस माला की यह पहली किताब पाठकों के हाथों में पहुंच रही है। प्रकाश या उजाले को सब जानते हैं; लेकिन उसकी कहानी कितनों को मालूम है? हमें क्यों और कैसे दिखाई देता है, प्रकाश कैसे चलता है, इतने रंग हमें कैसे दीख पड़ते हैं, आदि-आदि बातों को कितने पाठक जानते हैं?

इस किताब में प्रकाश के बारे में जानने योग्य सभी बातें बड़ी अच्छी तरह से समझाई गई हैं। पढ़ने में ऐसा लगता है, जैसे कोई कहानी पढ़ रहे हो। भाषा भी बड़ी आसान रखी गई है। सब बातें अच्छी तरह से समझ में आ जायें, इसलिए चित्र भी बहुत से दिये गए हैं।

हिन्दी में यह अपने ढंग की सम्भवतः पहली माला और यह पहली पुस्तक है। पाठक इसे ध्यान से पढ़ें और हमें लिखें कि पुस्तक कैसी लगी।

दूसरी पुस्तक होगी 'ध्वनि के रहस्य,' जिसमें आवाज के बारे में जानकारी दी जायगी। तीसरी होगी 'ताप की कहानी,' जो ताप यानी गर्मी की बातें बतायगी। आगे और भी कई उपयोगी पुस्तकें इस माला में निकलेंगी।

हम दिल्ली विश्वविद्यालय के विज्ञान-विभाग के अध्यक्ष डा० डी एस. कोठारी के बड़े आभारी हैं, जिन्होंने इस पुस्तक को आरंभ से अन्त तक देख कर अनेक मूल्यवान सुझाव देने की कृपा की।



एक :: हम देखते कैसे हैं ?

सांझ होती है। सूरज ढल जाता है। दिन की तरह दिखाई देना बन्द हो जाता है।

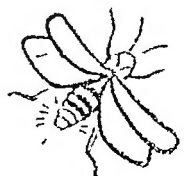
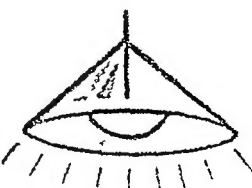
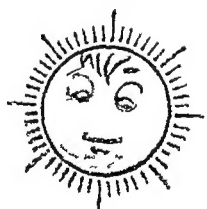
सुबह सूरज निकलने के बाद सबकुछ फिर साफ दीखने लगता है। लेकिन अपनी आँखे बन्द करले तो ? तब भी दीखना बन्द हो जाता है। क्यों ? तुम कहोगे, “दीखेगा कैसे ? आँखे तो बन्द है !”

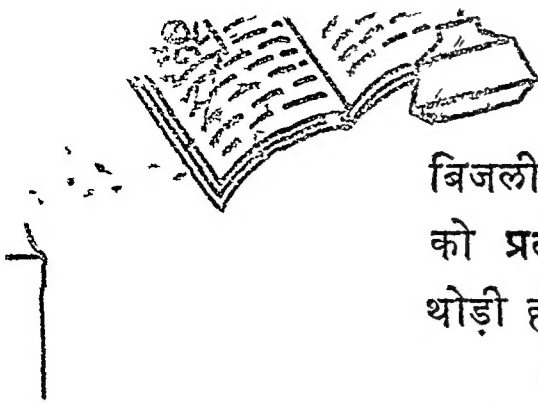
ठीक है, लेकिन अंधेरे में तो आँखें खुली रखने पर भी दिखाई नहीं देता। देखने के लिए आँखों के अलावा प्रकाश का होना भी जरूरी है। प्रकाश के बिना देखा नहीं जा सकता।

अंधेरे में क्यों नहीं दिखाई देता ? या आँख बन्द कर लेने से ही दिखाई देना क्यों बन्द हो जाता है ? दरअसल बात यह है कि अंधेरे में या आँख के बन्द होने पर हमें इसलिए नहीं दिखाई देता कि जिस वस्तु को हम देखते हैं उससे चलने वाला प्रकाश हमारी आँखों तक नहीं पहुँच पाता। तुम कहोगे, “यह भी कैसी बात है ? किताब कोई लालटेन थोड़े है कि उससे प्रकाश निकल कर आँखों तक पहुँचे।” किन्तु बात कुछ ऐसी ही है।

यह तो तुम जानते ही हो कि बिना प्रकाश के कोई भी वस्तु नहीं दीख सकती। इतना ही नहीं, वह तो उस समय तक नहीं दीखेगी जब तक प्रकाश उससे चलकर आँखों तक न पहुँच जाय। मगर तुम यह भी जानते हो कि प्रकाश कुछ ही वस्तुओं से निकलता है। फिर हर वस्तु से प्रकाश आँखों तक कैसे आ सकता है ?

कुछ वस्तुएँ ऐसी हैं जो अपने आप प्रकाश देती हैं, जैसे सूर्य,





बिजली की जलती बत्ती, आग, जुगनू आदि। इस तरह की वस्तुओं को प्रदीप्त (Luminous) कहते हैं। इस तरह की वस्तुएं थोड़ी ही हैं।



अधिकतर वस्तुएं ऐसी हैं जो स्वयं प्रकाश नहीं देती। वे तो अपने पर गिरते प्रकाश को लौटा देने या पार कर देने या टेढ़ा कर देने भर का काम करती हैं। यही लौटाया हुआ प्रकाश जब हमारी आँखों तक आ जाता है तब वे वस्तुएं हमें देखने लगती हैं। इस तरह की वस्तुओं को, जो न तो चमकती ही हैं और न खुद प्रकाश देती हैं, अदीप्त (Non-Luminous) कहते हैं। इस किताब को तुम इसीलिए देख पाते हो कि वह अपने पर गिरने वाले प्रकाश को लौटा कर तुम्हारी आँखों तक पहुँचा देती है।

रात को चमकता चाँद कैसा सुन्दर लगता है ! पर शायद तुम्हें यह मालूम न हो कि चाँद अपने प्रकाश से नहीं चमकता। सूर्य उस पर अपना प्रकाश डालता है। उसीका कुछ भाग लौटकर हम तक आ जाता है, जिसके कारण हमें चन्द्रमा देखने लगता है। इस तरह वह भी प्रकाश को लौटाने का ही काम करता है। अगर किसी तरह इस प्रकार की वस्तुओं पर प्रकाश का पहुँचना बिल्कुल बन्द कर दिया जाय तो वे दिखाई नहीं देंगी।

प्रकाश और ध्वनि की गति

जब प्रकाश एक चीज से चलकर दूसरी चीज पर गिरता है तो वह चलता तो है ही, और उसके चलने की कुछ रफ्तार भी होती ही होगी। प्रकाश की गति बड़ी तेज है। वर्षा में तुम्हारा ध्यान आसमान में घिरी घटाओं की तरफ जाता होगा। तुमने बादलों की गड़गड़ाहट सुनी होगी और बिजली की चमक भी देखी होगी। दो बादलों की रगड़ से पैदा होने वाली बिजली की चमक और गड़गड़ाहट कैसी लगती है ? क्या कभी तुमने इस पर भी ध्यान दिया है कि दोनों में पहले हम किसे महसूस करते हैं ? पहले बिजली चमकती दिखाई देती है और बाद में बादलों की गर्जन सुनाई देती है। वास्तव में ये दोनों बातें एक



साथ घटित होती हैं। पर बिजली की चमक बादल की गर्जन से पहले इसलिए दीखती है

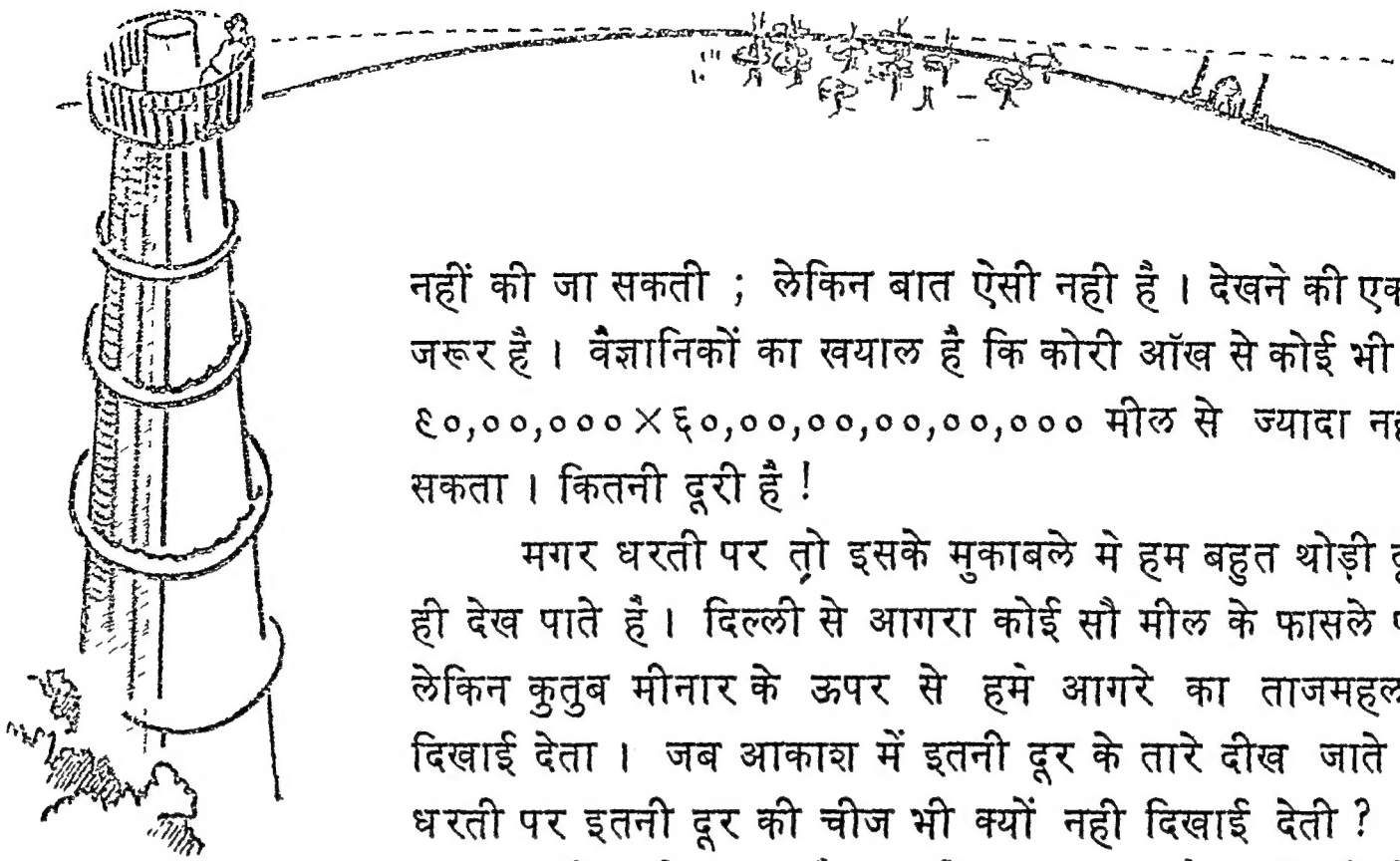
कि प्रकाश की गति ध्वनि की गति से कहीं ज्यादा तेज है। प्रकाश एक सेकण्ड में लगभग १,८६,००० मील चलता है, जबकि ध्वनि एक सेकण्ड में केवल १/५ मील के लगभग ही जाती है।

चन्द्रमा धरती से लगभग २,४०,००० मील की दूरी पर है, पर धरती पर वहाँ से चलकर प्रकाश एक सेकण्ड से कुछ ही ज्यादा देर में आ जाता है। सूर्य से धरती तक प्रकाश के पहुँचने में लगभग आठ मिनट लगते हैं। जरा प्रकाश की गति को देखकर हिसाब लगा कर देखो, सूर्य पृथ्वी से कितनी दूर है ?

रात को आकाश में छिटके तारे कैसे सुन्दर लगते हैं। पर तुम्हें मालूम है, वे धरती से कितनी दूर हैं ? अधिकांश तारे हमसे इतनी दूर हैं कि उनका प्रकाश हम तक लाखों वर्षों में पहुँच पाता है। जरा कल्पना तो करो। एक वर्ष में प्रकाश लगभग ६०,००,००,००,००,००० (साठ खरब) मील चलता है। यह दूरी इतनी ज्यादा है कि अगर हम किसी ऐसे तारे पर पहुँचना चाहे, जिससे प्रकाश धरती तक एक वर्ष में आता है तो तेज-से-तेज रेलगाड़ी से ६० मील प्रति घंटे की चाल से दिनरात लगातार चलने के बाद भी हमें वहाँ तक पहुँचने में एक करोड़ वर्ष से ज्यादा लग जायेंगे। ३०० मील प्रति घण्टे की चाल से उड़ने वाला हवाई जहाज भी लगातार उड़ने पर वहाँ २२ लाख वर्ष से पहले नहीं पहुँच सकता। आकाश में ऐसे तारे भी हैं, जिनसे प्रकाश हम तक १०,००,००० वर्ष में आता है। ऐसे अनगिनत तारे हैं जिनसे प्रकाश को धरती तक आते-आते इससे भी कहीं अधिक समय लग जाता है।

कितनी दूर तक देख सकते हैं ?

तुम अधिक-से-अधिक कितनी दूर तक देख सकते हो? जब इतनी दूर तक के तारे दीख जाते हैं तब तो दृष्टि की सीमा की कल्पना भी



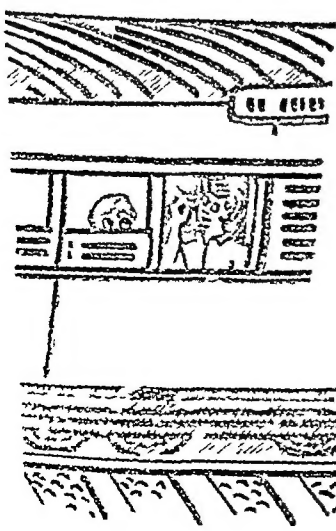
नहीं की जा सकती ; लेकिन बात ऐसी नहीं है । देखने की एक सीमा जरूर है । वैज्ञानिकों का खयाल है कि कोरी आँख से कोई भी व्यक्ति $80,00,000 \times 60,00,00,00,00,000$ मील से ज्यादा नहीं देख सकता । कितनी दूरी है !

मगर धरती पर तो इसके मुकाबले में हम बहुत थोड़ी दूर तक ही देख पाते हैं । दिल्ली से आगरा कोई सौ मील के फासले पर है, लेकिन कुतुब मीनार के ऊपर से हमें आगरे का ताजमहल नहीं दिखाई देता । जब आकाश में इतनी दूर के तारे दीख जाते हैं तो धरती पर इतनी दूर की चीज भी क्यों नहीं दिखाई देती ?

इसके कई कारण हैं । सबसे बड़ा कारण है धरती की गोलाई । प्रकाश सीधी रेखाओं में चलता है , लेकिन धरती की सतह सीधी न होकर गोल है, इसलिए एक जगह से चला प्रकाश धरती की सतह पर थोड़ी दूर तक ही जा सकता है, क्योंकि बाद में धरती की गोलाई उसकी आड़ में आ जाती है । इस बात को ऊपर वाला चित्र देखकर तुम अच्छी तरह समझ जाओगे । इसके अलावा पृथ्वी पर दूसरी रुकावटें भी होती हैं, जैसे पहाड़, मकान, पेड़, आदि, जिन्हें प्रकाश पार नहीं कर सकता । धूल और रेत के कणों से पैदा हुई धुन्ध से भी प्रकाश के रास्ते में रुकावट पड़ती है । लेकिन इसके मुकाबले में तारे हमसे बहुत दूर हैं और उनके रास्ते में इस तरह की कोई रुकावट नहीं आती ।

पारदर्शक : अपारदर्शक : अल्पपारदर्शक

दिन में रेलगाड़ी में सफर करते समय बाहर के दृश्य देखने में कितना आनन्द आता है ! लेकिन खिड़की से अन्दर धूल और कोयले के टुकड़े आकर कभी-कभी आँखों में घुस जाते हैं । इसलिए धूल और कोयले से बचने और बाहर के दृश्य का आनन्द लेते रहने के लिए खिड़की चढ़ा लेते हैं । लेकिन खिड़की काँच की ही चढ़ाते हैं, लकड़ी की नहीं । जानते हो क्यों ? इसलिए कि लकड़ी की खिड़की से देखा नहीं जा सकता । लकड़ी में से प्रकाश नहीं गुजर सकता । हमें दिखाई

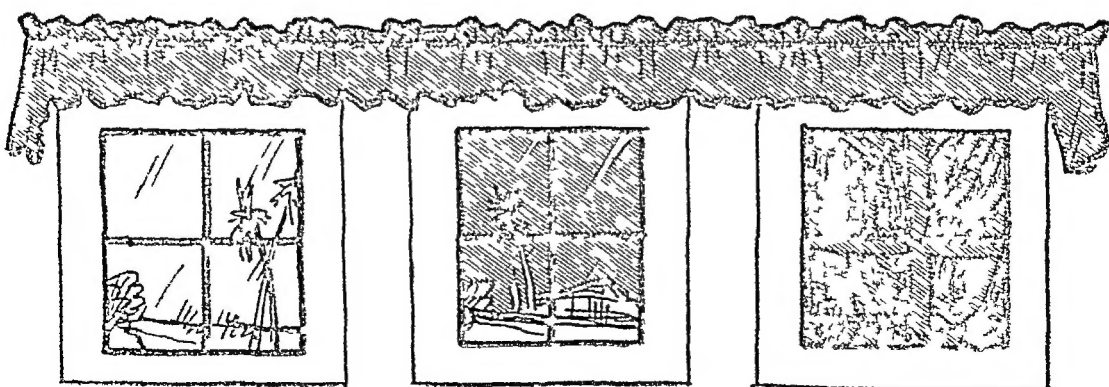


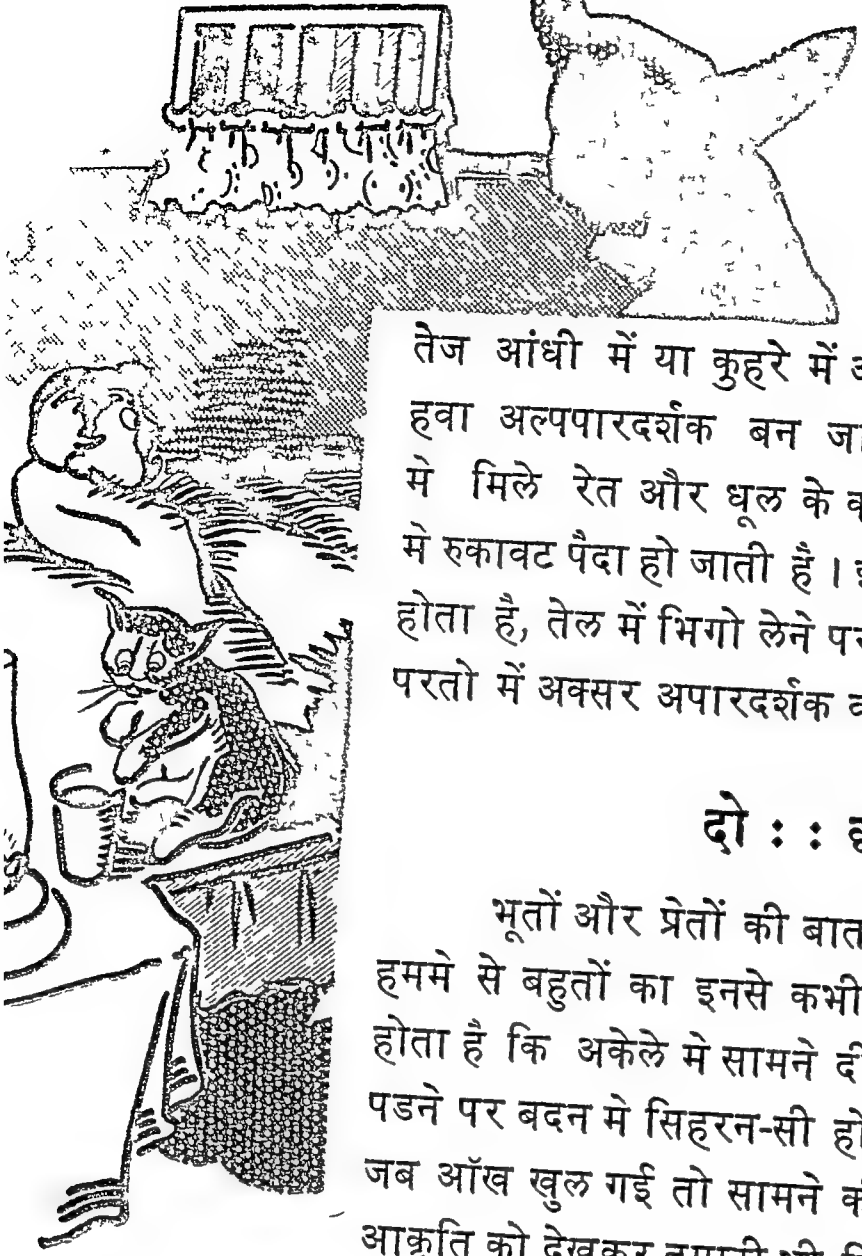
तब ही देता है जब प्रकाश किसी वस्तु से चल कर हमारी आँखों तक पहुँच जाय । लकड़ी इस प्रकाश को आँखों तक आने नहीं देती, इसलिए उसमें से नहीं देखा जा सकता । ऐसे पदार्थों को, जिनमें से प्रकाश गुजर नहीं सकता, **अपारदर्शक** (Opaque) कहते हैं ।

लेकिन काँच में से प्रकाश बिना रुके गुजर जाता है, इसलिए हम काँच की खिड़की चढ़ा कर भी बाहर की चीजें देख सकते हैं । ऐसे पदार्थ, जिनमें से प्रकाश इस तरह से गुजर कर चला जाता है, **पारदर्शक** (Transparent) कहलाते हैं । कई तरह का काँच पारदर्शक होता है । उथला और साफ पानी भी पारदर्शक होता है । हवा भी पारदर्शक होती है ।

लेकिन यह एक अजीब-सी बात है कि साधारण काँच में से तो हमें दिखाई देता है, पर दूधिये काँच से हम साफ नहीं देख पाते । यह इसलिए है कि इन पदार्थों से प्रकाश गुजर तो जाता है, पर इतना काफी नहीं गुजर पाता कि दूसरी तरफ की चीजें हमें साफ-साफ देख सकें । ऐसे पदार्थों पर गिरने वाले प्रकाश का कुछ भाग पदार्थ की सतह से टकरा कर बिखर जाता है, जिसके कारण सारा प्रकाश उससे नहीं गुजर पाता । इस तरह के पदार्थ **अल्पपारदर्शक** (Translucent) कहलाते हैं । इस तरह से अल्पपारदर्शक पदार्थ पारदर्शक और अपारदर्शक पदार्थों के बीच की श्रेणी में रखे जा सकते हैं ।

लेकिन यह जरूरी नहीं है कि प्रकाश गुजरने का माध्यम हर हालत में एक जैसा ही रहे । हवा की बात ही ले लो । यदि हवा पारदर्शक न होती तो हम आसपास की चीजें कैसे देख पाते ? लेकिन



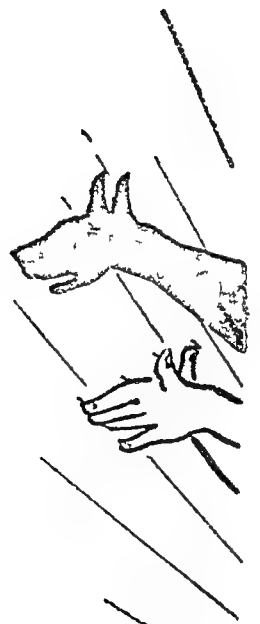


तेज आंधी में या कुहरे में अच्छी तरह से नहीं दिखाई देता। तब हवा अल्पपारदर्शक बन जाती है। इसका कारण यह है कि हवा में मिले रेत और धूल के कणों के कारण उसमें से प्रकाश के गुजरने में रुकावट पैदा हो जाती है। इसी तरह से कागज, जो प्रायः अपारदर्शक होता है, तेल में भिगो लेने पर अल्पपारदर्शक हो जाता है। पतली परतों में अक्सर अपारदर्शक वस्तुएं अल्पपारदर्शक हो जाती हैं।

दो :: छाया और ग्रहण

भूतों और प्रेतों की बात सुनने में बड़ी भयानक लगती है, पर हममें से बहुतों का इनसे कभी सामना नहीं हुआ। ऐसा कई बार होता है कि अकेले में सामने दीवार पर या धरती पर अचानक निगाह पड़ने पर बदन में सिहरन-सी हो जाती है। रात में एक बार अचानक जब आँख खुल गई तो सामने की सफेद दीवार पर हिलती डरावनी आकृति को देखकर हमारी भी घिघी बँध गई। बड़ी हिम्मत करके बिना हिले आँख के कोने से इधर-उधर देखना शुरू किया। जब हमारी निगाह सिराहने रखी मेज पर गई तो सारी बात हमारी समझ में आ गई। हुआ यह कि जलती हुई लालटेन के पास दूध रखा हुआ था, जिसे हम पीना ही भूल गये थे। बिल्लीरानी को हमारी यह लापरवाही बहुत अखरी। इसलिए उसका भोग उन्होंने लगाना शुरू कर दिया। यह दीवार पर इन्हीं रानीजी के सुन्दर चेहरे की छाया पड़ रही थी। हमारी आँख गिलास गिरने की आवाज से खुली थी।

हो सकता है कि तुम्हें भी कभी ऐसा ही अनुभव हुआ हो। पर यह जरूरी नहीं कि हर किसी का सामना ऐसी डरावनी छाया से हो। दीये की रोशनी में दीवार पर छाया के खेल तुमने किये होंगे। कैसे हाथ को जरा-सा मोड़ देने से कभी कुत्ते की तो कभी खरगोश की और कभी दूसरी तरह की शक्लें बन जाती हैं! यह तो उन छाया-

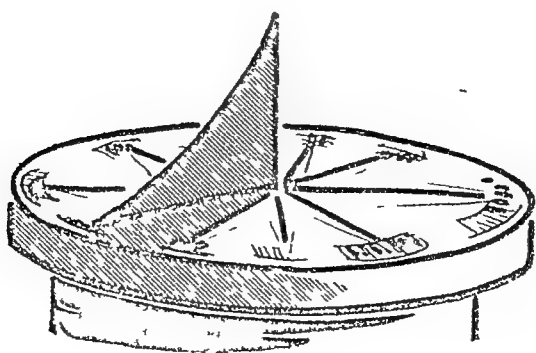


कृतियों की बात रही, जिन्हें हम आसानी से अपने घर में बना सकते हैं, पर अब तो यह कला इतनी बढ़-चढ़ गई है कि कई लोग उससे अपनी रोजी कमाते हैं।

इस छाया के खेल भी कैसे निराले होते हैं ! कभी छाया बड़ी होती है तो कभी छोटी, कभी बिल्कुल ही गायब हो जाती है। सवेरे-ही-सवेरे बाहर आओ तो यह कितनी बड़ी होती है ! फिर छोटी होते-होते दोपहर को न मालूम कहाँ खो-सी जाती हैं और ढलते सूरज के साथ फिर बढ़ जाती है। कैसी विचित्र बात है !

पर यह छाया बनती कैसे है ? यह तो तुम जानते ही हो कि अपारदर्शक पदार्थों को प्रकाश पार नहीं कर सकता। जब प्रकाश किसी अपारदर्शक वस्तु पर गिरता है तब वह उसके इधर-उधर चारों तरफ से तो साफ निकल जाता है, पर खुद उसको पार नहीं करता। अगर उस वस्तु के पीछे तुम एक परदा रख दो तो तुम देखोगे कि जिस स्थान से प्रकाश नहीं गुजर पाता है, परदे पर उसकी अधेरी आकृति-सी बन जाती है। यही बिना प्रकाश की अधेरी आकृति ही उस वस्तु की छाया होती है। छाया का मतलब है कि उस स्थान पर प्रकाश नहीं पड़ रहा है।

प्राचीन काल में, जब आज जैसी घड़ियाँ नहीं होती थी, तब छाया के छोटे-बड़े होने के आधार पर बनी धूपघड़ियों से ही समय का पता लगता था। दिल्ली में तुम जन्तर-मन्तर या कुतुब मीनार देखने जाओ तो वहाँ की धूपघड़ी जरूर देखना। इस तरह की घड़ियाँ जयपुर, उज्जैन तथा कई दूसरी जगहों पर भी हैं।

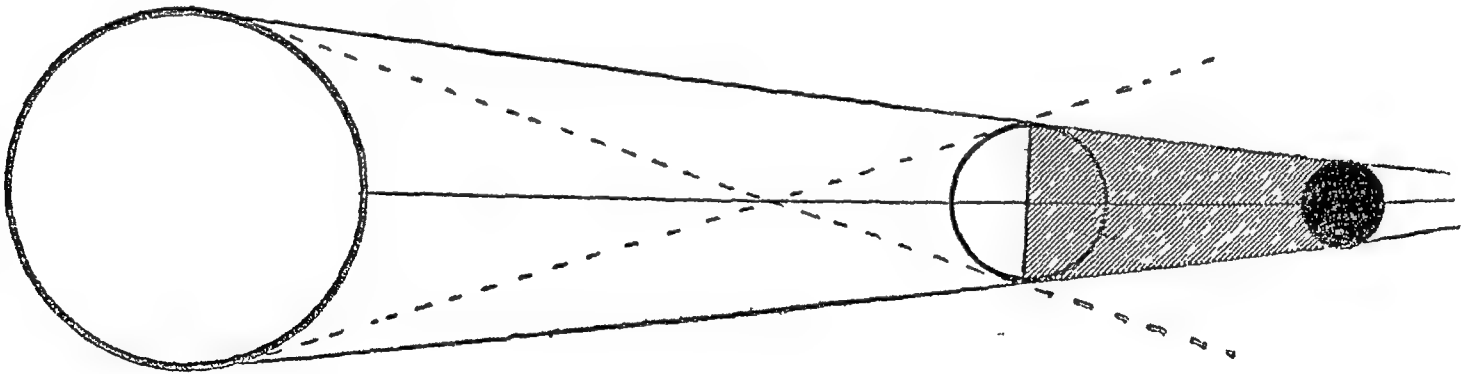


जब ग्रहण पड़ता है

जब ग्रहण पड़ता है तब क्या होता है?—लोग दान देते हैं, स्नान करते हैं और पूजा-पाठ करते हैं। पर जानते हो, ग्रहण कैसे पड़ते हैं?

तुमने सागर-मन्थन की कथा सुनी है? देवताओं और दानवों ने समुद्र को मथकर कई चीजें निकाली थी, जिनमें अमृत भी था। भगवान् विष्णु ने देवताओं को अमर करने के लिए यह अमृत उन्हें पिला दिया। राहु दानव को उस बात का पता चल गया। सो वह भी अपना वेष बदल कर देवताओं की पांत् में जा बैठा। धोखे में आकर भगवान् ने उसे भी अमृत पिला दिया। मगर सूर्य और चन्द्रमा ने इस बात की शिकायत कर दी। क्रोध में आकर भगवान् ने सुदर्शन चक्र से राक्षस का सिर काट डाला। मगर राक्षस तो अमृत पी चुका था! अतः सिर और धड़ अलग हो जाने पर भी वह जीवित रहा। सिर को राहु और धड़ को केतु कहते हैं। चन्द्रमा और सूर्य से बदला लेने के लिए राहु और केतु उनका पीछा करते हैं और मौका पड़ते ही उन्हें ग्रस लेते हैं, जिससे चन्द्रग्रहण और सूर्यग्रहण पड़ते हैं।

पुराणों में ग्रहण की यही कथा कही गई है, लेकिन वास्तव में यह बात नहीं है। सूर्य और चन्द्रमा को कोई नहीं ग्रसता। ग्रहण तो छाया का एक दिलचस्प खेलमात्र है।



यह तो तुम जानते ही हो कि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूमती है और चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर। कभी-कभी ऐसा होता है कि चन्द्रमा धरती की ओट में इस तरह से आ जाता है कि उस पर सूर्य का प्रकाश

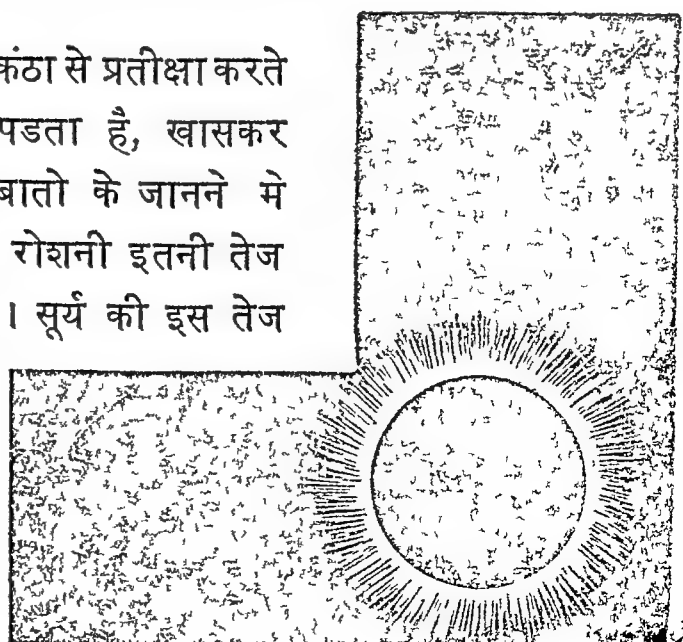


धरती की आड़ के कारण नहीं पहुँच पाता। चन्द्रमा धरती की छाया में छिप जाता है। इस कारण चन्द्रमा का दीखना बन्द हो जाता है। यही चन्द्रग्रहण है। राहु चन्द्रमा को नहीं ग्रसता। हा, धरती की छाया ही कुछ देर के लिए राहु बन कर चन्द्रमा पर गिरने वाले प्रकाश को ग्रस लेती है।

इसी तरह से जब धरती और सूर्य के बीच में चन्द्रमा आ जाता है तो उसकी छाया धरती पर गिरती है। इस छाया के क्षेत्र में सूर्य का दिखाई देना बन्द हो जाता है। यही सूर्यग्रहण है। पूरा सूर्यग्रहण तो कहीं-कहीं ही दिखाई देता है। वैसे भी सूर्यग्रहण बहुत कम देर के लिए ही पड़ता है। इसका कारण यह है कि चन्द्रमा सूर्य और पृथ्वी से बहुत छोटा है, अतः वह पूरे सूर्य को सारी धरती से ढक कर नहीं रख सकता और न अपनी और धरती की गति के कारण वह बहुत देर तक सूर्य को ढके रह सकता है।

चन्द्रग्रहण और सूर्यग्रहण के चित्र देखो, यह बात अच्छी तरह तुम्हारी समझ में आ जायगी।

वैज्ञानिक लोग ग्रहण की बड़ी व्यग्रता और उत्कंठा से प्रतीक्षा करते हैं। इससे प्रकृति के अनेक नये रहस्यों पर प्रकाश पड़ता है, खासकर सूर्यग्रहण के अवसर पर उन्हें सूर्य के बारे में नई बातों के जानने में बड़ी सहायता मिलती है, क्योंकि वैसे तो सूर्य की रोशनी इतनी तेज होती है कि उसकी तरफ देखा भी नहीं जा सकता। सूर्य की इस तेज रोशनी के कारण दिन में तारे नहीं दीखते



है, पर पूर्ण सूर्यग्रहण के अवसर पर वे ऐसे निकल आते हैं मानो रात ही हो गई हो। सूर्यग्रहण के अवसर पर छिपे हुए सूर्य के चारों तरफ प्रकाश का घेरा और दीप्त शिखाएं दीखने लगती हैं, जिनकी स्थिति से बहुत-सी नई बातें मालूम होती हैं। लाखों रुपया खर्च करके और हजारों कष्ट उठाकर भी पूर्ण सूर्यग्रहण के अवसर पर संसार भर के वैज्ञानिक उन स्थानों पर जाते हैं, जहाँ पूरा ग्रहण अच्छा दिखाई देता है और नई बातें मालूम करने की कोशिश करते हैं। तुम्हें याद होगा कि १९५४ में हमारे देश के अनेक भागों में भी पूर्ण सूर्यग्रहण दिखाई दिया था। उस समय राजस्थान के फलौदी नगर में इसी तरह की खोज करने के लिए अनेक वैज्ञानिक पहुँचे थे।

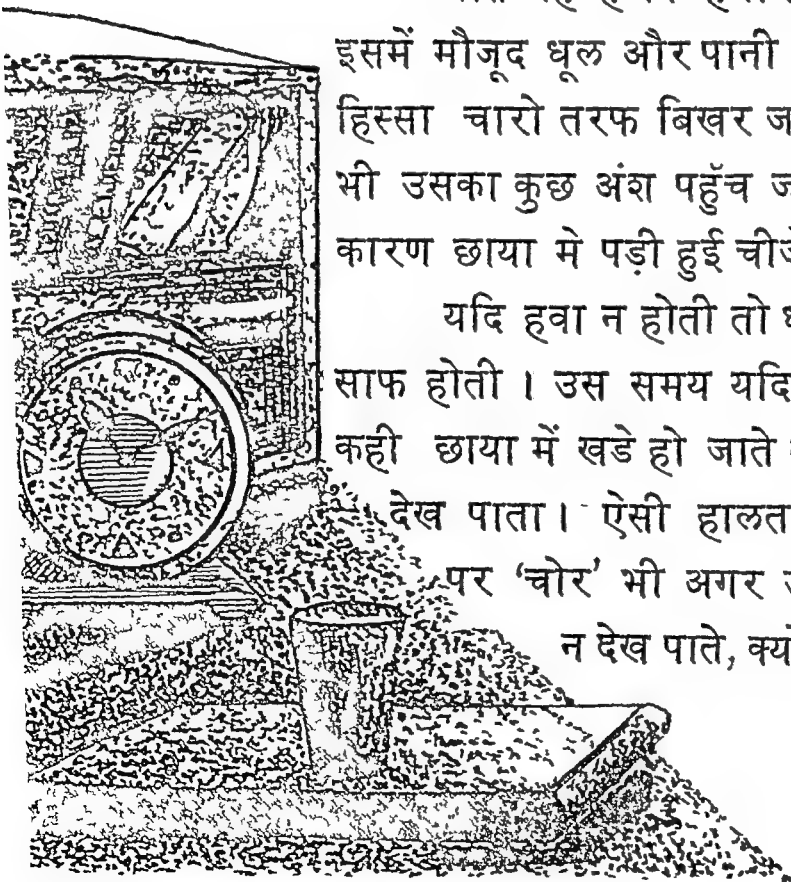
इसी तरह से इसी वर्ष, १९५५ में, लका में दिखाई देनेवाले पूर्ण ग्रहण को देखने के लिए भी संसार भर के अनेक वैज्ञानिक पहुँचे थे। यह ग्रहण १२०० वर्षों में सब से अधिक देर टिकने वाला था।

तुम कहोगे कि जब कोई अपारदर्शक वस्तु प्रकाश को रोक देती है तो उसकी छाया बन जाती है, तब छाया में पड़ी हुई वस्तु कैसे दिखाई देती है? उस पर प्रकाश तो पड़ता ही नहीं।

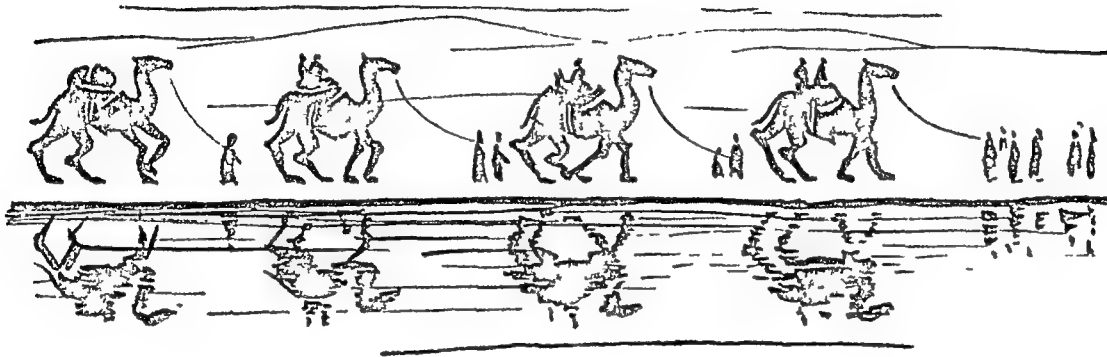
अगर हवा न होती

बात यह है कि हमारे चारों तरफ हवा रहती है। हवा और इसमें मौजूद धूल और पानी के कणों के कारण प्रकाश का काफी हिस्सा चारों तरफ बिखर जाता है और छाया में रखी हुई वस्तु पर भी उसका कुछ अंश पहुँच जाता है। इसी बिखरे हुए प्रकाश के कारण छाया में पड़ी हुई चीजें भी हमें दीख जाती हैं।

यदि हवा न होती तो धरती पर छाया अधिक काली और अधिक साफ होती। उस समय यदि तुम आँख-मिचौनी का खेल खेलते हुए कहीं छाया में खड़े हो जाते तो 'चोर' तुम्हें बिल्कुल पास आकर भी न देख पाता। ऐसी हालत में खेल का मजा ही कुछ और होता। पर 'चोर' भी अगर उसी छाया में पहुँच जाता तो तुम भी उसे न देख पाते, क्योंकि छाया में प्रकाश बिल्कुल नहीं गिरता।



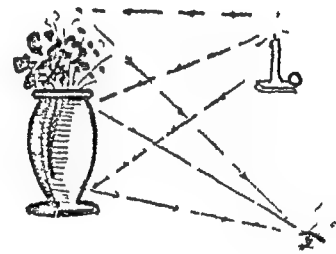
पर ऐसी बात है नहीं। धरती पर हवा तो है ही। हवा के न रहने पर हमारा तुम्हारा भी धरती पर रहना बिल्कुल असम्भव हो जाता और ये खेल भी न खेले जा सकते।

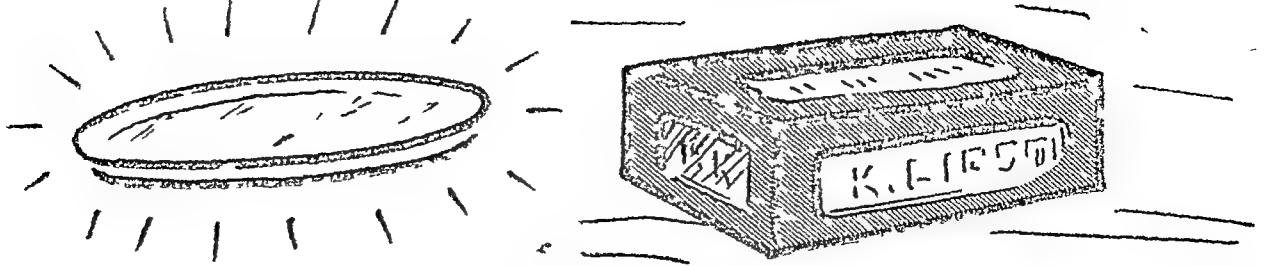


तीन :: परावर्तन और आवर्तन

तुम जानते हो कि किसी वस्तु पर गिरने वाला या उसीसे निकलने वाला प्रकाश जब उससे चलकर या टकरा कर लौट कर हमारी आँखों तक आ जाता है तो हमें वह वस्तु दिखाई देने लग जाती है। प्रकाश के टकरा कर लौटने की इस क्रिया को परावर्तन (Reflection) कहते हैं।

प्रकाश का परावर्तन बहुत जरूरी है। इसके बिना प्रदीप्त वस्तुओं के सिवा और कुछ दिखाई नहीं दे सकता। लेकिन अगर प्रकाश का परावर्तन अचानक बन्द हो जाय तो क्या होगा? सड़क दिखाई देनी बन्द हो जायगी। आसपास के मकान और दूकान नहीं दीखेंगी। सड़क पर चलते आदमी भी नजरो से ओझल हो जायगे। तुम आवाज तो सुन सकोगे, पर किसी को देख नहीं पाओगे। रात में आकाश में तारे तो प्रदीप्त होने के कारण दीखते रहेंगे, पर चाँद नहीं दीखेगा। मोटरों की जलती बत्तियाँ तो दीखेंगी, पर मोटर नहीं। यह सब कैसा लगेगा, इसकी तुम कल्पना कर सकते हो? और यह सब क्यों? सिर्फ इसलिए कि प्रकृति का एक काम रुक गया है—प्रकाश का परावर्तन बन्द हो गया है। जब तक परावर्तन नहीं होगा, कुछ दिखाई नहीं देगा। कुदरत के खेल भी कैसे विचित्र हैं!





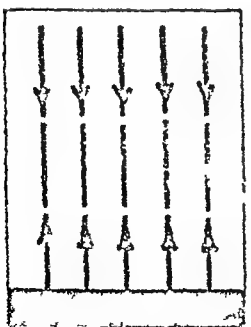
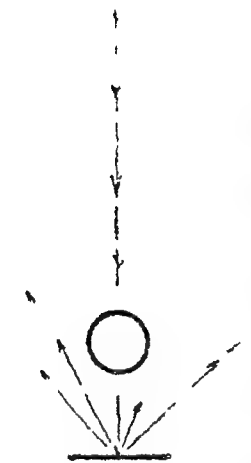
अलग-अलग वस्तुओं की परावर्तन की ताकत भी अलग-अलग होती है। कुछ वस्तुओं से प्रकाश अधिक अच्छी तरह लौटता है और कुछ से कम अच्छी तरह से। दर्पण इस किताब के सफेद कागज से ज्यादा प्रकाश का परावर्तन करता है। चांदी का बर्तन मिट्टी के बर्तन से अधिक परावर्तन करता है।

कुछ वस्तुएं अपने पर गिरनेवाले प्रकाश का परावर्तन इस तरह से करती हैं कि जिन वस्तुओं से चल कर उनपर प्रकाश पड़ता है उनकी शक्ल ही उनमें दिखाई देने लग जाती है। अगर इस तरह की किसी चीज पर तुमसे चल कर प्रकाश पड़े तो उसमें तुम्हारी शक्ल ही दीखने लगेगी। इस तरह की चीजे स्वभावतः दर्पण का या उस जैसा ही काम करती हैं।

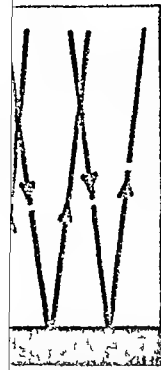
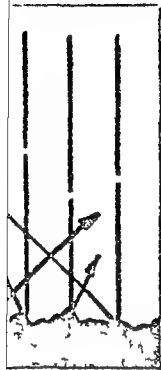
बाहर धूप में रखी चमकती थाली की तरफ देखो। कैसी चकाचौध होती है! और पास ही रखी ईंट की तरफ भी देखो। कोई चमक नहीं है। इसका क्या कारण है?



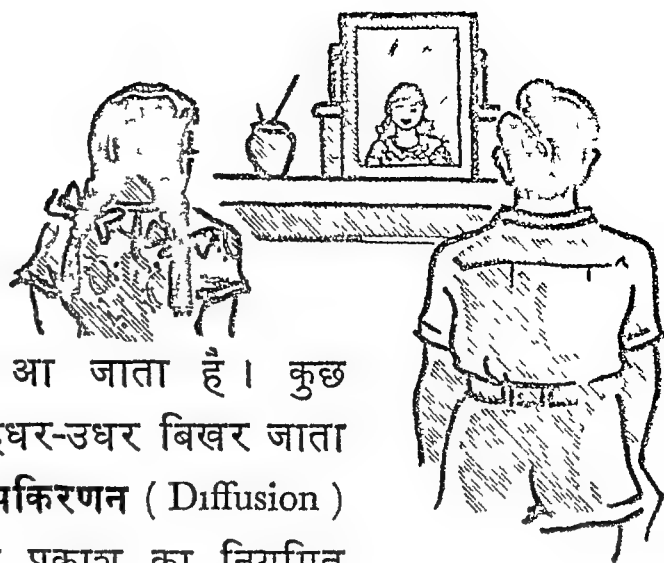
जब प्रकाश किसी सतह पर गिरता है तो उसका परावर्तन अवश्य होता है। इसकी तुलना तुम गेंद के जमीन पर गिरने से कर सकते हो। जब रबड़ की गेंद धरती पर गिरती है तो वह उछलती है। गेद अगर धरती पर सीधी गिरती है तो वह लौट कर वापस आ जाती है, तिरछी गिरती है तो वह लौट कर आने की बजाय सामने की तरफ तिरछी चली जाती है। यह तो हुआ तब, जब तुम गेद को किसी सीधी सपाट सतह पर फेंकते हो, लेकिन अगर कंकड़ों पर फेंको तो वह किसी भी तरफ उछल कर जा सकती है।



प्रकाश जब किसी सतह पर गिरता है, तब इन दो बातों में से कोई एक बात हो सकती है—सतह अच्छी, चिकनी और चमकदार हो तब तो लगभग सारे-के-सारे प्रकाश का परावर्तन हो जायगा—इस तरह के परावर्तन को **नियमित परावर्तन (Regular Reflection)** कहते हैं। पर ऐसा भी हो सकता है कि जिस सतह पर प्रकाश पड़े

रहा है, वह ऐसी न हो । इस हालत में प्रकाश के कुछ ही हिस्से का परावर्तन होता है, जो लौट कर हमारी आखों तक आ जाता है । कुछ प्रकाश वही खप जाता है, पर अधिकांश इधर-उधर बिखर जाता है । प्रकाश के बिखरने की इस क्रिया का नाम **उपकिरणन (Diffusion)** है । धूप में रखी चमकती थाली अधिकांश प्रकाश का नियमित परावर्तन कर देती है । इसीलिए वह चमकती हुई दिखाई देती है, पर ईंट प्रकाश का उपकिरणन करती है । इसलिए वह इतनी नहीं चमकती ।



अब हम दर्पण की बात फिर से ले । दर्पण की सतह पर गिरने वाला सारा प्रकाश बिना उपकिरणन के वापस लौट जाता है । दर्पण हमेशा अपारदर्शक होते हैं । अधिकांश दर्पण अच्छी किस्म के काच के बने होते हैं, जिनकी पिछली सतह पर चादी, पारे या सीसे के कुछ रसायन लगा कर उनकी सतह को और भी ज्यादा परावर्तन करने तथा प्रकाश रोकने के लायक बना देते हैं । मगर कई दूसरे पदार्थ भी दर्पण का काम दे देते हैं । तुमने रामायण सुनी है ? उसमें नारद के मोह की कथा भी अवश्य सुनी होगी । मायानगरी की राजकुमारी के स्वयंवर से तिरस्कृत होकर नारद ने पानी में जाकर ही अपनी बन्दर जैसी सूरत देखी थी । स्थिर पानी दर्पण का काम काफी अच्छी तरह से करता है । गरमियों में घड़े से पानी लेते वक्त तुमने कई बार अपना प्रतिबिम्ब उसके पानी में देखा होगा । कलई के बर्तन पर भी तुम्हारा अक्स दिखाई देता है । कई बार चमकदार पालिश की हुई वस्तुओं में भी तुमने अपना प्रतिबिम्ब देखा होगा ।

प्रतिबिम्ब या अक्स

दर्पण या दर्पण जैसी सतह में दिखाई देने वाली शकल को **प्रतिबिम्ब (Image)** कहते हैं और इस तरह से शकल का बनना **प्रतिबिम्बन** कहलाता है ।

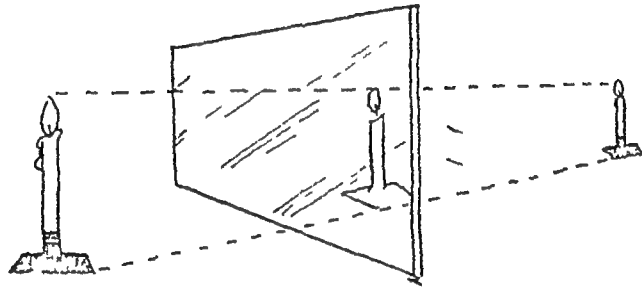
दर्पण में ऐसा लगता है कि जैसे तुम्हारे जैसा ही कोई और आदमी दर्पण के पीछे खड़ा हो । लेकिन एक फर्क होता है । अगर कोई





दूसरा आदमी तुम्हारे सामने तुम्हारी तरफ मुँह करके खड़ा हो तो उसका दाया हाथ तुम्हारे बायें हाथ की तरफ और बाया हाथ दायें हाथ की तरफ रहता है, परन्तु प्रतिबिम्ब का दाया हाथ तुम्हारे दायें हाथ की तरफ और बाया हाथ बायें हाथ की तरफ दिखाई देता है।

जब तुम दर्पण के सामने खड़े होकर अपना चेहरा देखते हो, तब तुम्हारे चेहरे से परावर्तित प्रकाश का दर्पण की सतह से परावर्तन



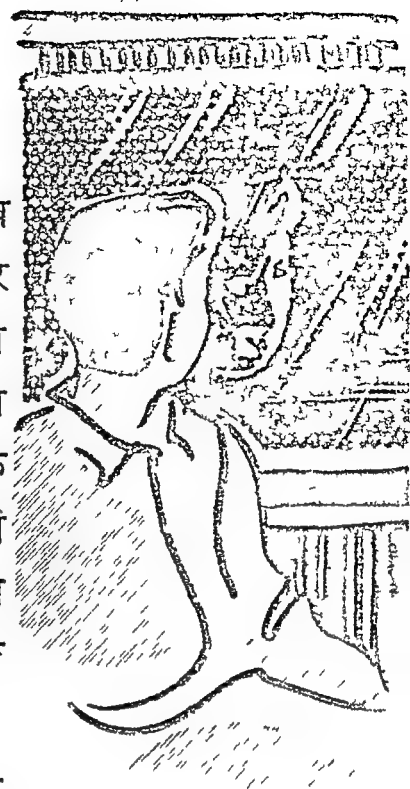
होता है—कुछ प्रकाश लौट कर तुम्हारी आँखों तक आ जाता है, जिसके कारण तुम्हें अपना प्रतिबिम्ब दिखाई देने लगता है। प्रतिबिम्ब हमेशा उसी दिशा में दीखता है जिस

तरफ किसी वस्तु से चला प्रकाश जाता है। वह दर्पण में उतनी ही दूर पीछे दिखाई देता है जितनी दूर वह वस्तु उसके सामने होती है। कभी पहले तुमने इस बात पर ध्यान न दिया हो तो अबकी बार जरूर देना।

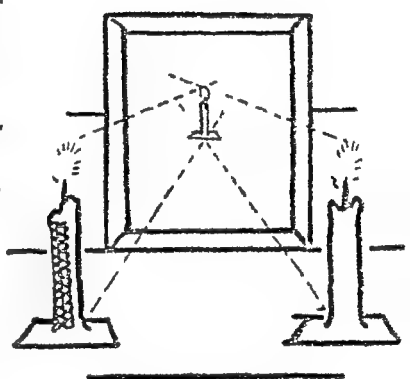
मगर यह कोई जरूरी बात नहीं कि अपारदर्शक सतह ही दर्पण का काम करे। कभी-कभी अल्पपारदर्शक और पारदर्शक सतह भी दर्पण का काम करने लगती है। स्थिर पानी इसका एक उदाहरण है। सर्दियों में रेलगाड़ी में सफर करते समय हवा को रोकने के लिए खिड़कियों को बन्द कर देते हैं, पर बाहर के दृश्य देखने के लिए कांच की खिड़की को ही बन्द करते हैं। दिन में तो बाहर की चीजें खूब साफ दिखाई देती हैं, पर अंधेरा होने पर क्या होता है? बाहर की चीजें दीखना बन्द हो जाती हैं और खिड़की में तुम्हें अपना और आसपास की चीजों का प्रतिबिम्ब दिखाई देने लगता है।

दिन में तुमसे और आसपास की चीजों से चला प्रकाश कांच की खिड़की तक जाता है और उसके कुछ हिस्से का उससे परावर्तन भी होता है, जो लौट कर तुम तक वापस आ जाता है। लेकिन बाहर का प्रकाश, जो खिड़की को पार करके आता है, कहीं अधिक तेज होता

है। इसलिए तुम्हें बाहर की चीजे तो दीख जाती हैं, पर अपना प्रतिबिम्ब नहीं दीख पाता। अंधेरा होने पर यह बात नहीं रहती। तब बाहर का प्रकाश तो अन्दर आता नहीं, जिससे कि बाहर की चीजे दीख पावें। हां, तुमसे और आसपास की चीजों से चला अधिकांश प्रकाश परावर्तन के बाद लौट कर वापस तुम्हारे पास आ जाता है, जिसके कारण तुम्हें अपना और आसपास की चीजों का प्रतिबिम्ब दिखाई देने लग जाता है—काच की पारदर्शक खिड़की का अच्छा-खासा दर्पण बन जाता है। तुम्हारा ध्यान इस तरफ गया तो जरूर होगा, पर क्या तुमने कभी इसका कारण जानने की कोशिश की थी ?



मेज पर एक दर्पण रखो। उसके सामने बराबर दूरी पर एक लाल और एक हरे रंग की मोमबत्ती रखो। बारी-बारी से दोनों मोमबत्तियों के पीछे जाकर दर्पण में उनका प्रतिबिम्ब देखो। क्या दीखता है ? लाल मोमबत्ती का प्रतिबिम्ब हरा और हरी मोमबत्ती का लाल क्यों दिखाई देता है ? इसका कारण बहुत मामूली है। मोमबत्तिया दर्पण से बिल्कुल बराबर फासले पर हैं। वे उसके सामने नहीं हैं। इसलिए उनसे चलने वाला प्रकाश दर्पण पर तिरछा गिरता है और तुम यह समझ ही चुके हो कि तिरछा प्रकाश परावर्तन के बाद उधर ही वापस आने की बजाय दूसरी दिशा में लौट कर जाता है। इसलिए उनका प्रतिबिम्ब प्रकाश के लौटने के रास्ते पर ही दीखता है। यहाँ पर प्रकाश के लौटने के रास्ते पर दूसरे रंग की मोमबत्तिया रखी हैं। अतः लाल मोमबत्ती का प्रतिबिम्ब हरी मोमबत्ती की जगह से दीखता है और हरी का लाल की जगह से।



दर्पण कई तरह के होते हैं। किसी दर्पण में प्रतिबिम्ब हूबहू सामने वाली चीज जैसा ही दिखाई देता है तो किसी में बड़ा विचित्र दीखता है—कभी मोटा, कभी पतला, कभी तिरछा और कभी आँधा। महा-भारत में तुमने पाण्डवों के नए महल में दुर्योधन के धोखा खाने की कथा जरूर पढ़ी होगी। वह धोखे में आकर कभी दीवारों को दरवाजा समझ कर उनसे टकरा जाता था तो कभी दरवाजे को दीवार समझ

कर खड़ा हो जाता था। कभी पानी को धरती समझ कर उसमें गिर पड़ता था तो कभी धरती को पानी समझ कर आगे बढ़ने से मना कर देता था। तुम्हें सारी कथा पढ़ कर बड़ी हँसी आई होगी। पर मालूम है तुम्हें कि यह सारी करामात दर्पणों की ही थी। कई व्यक्ति अपने मकानों में इस तरह के कमरे भी बनवाते हैं, जिनमें अनेक दर्पण लगे होते हैं। इन दर्पणों के कारण तरह-तरह के प्रतिबिम्ब दीखने लगते हैं। अगर तुम किसी ऐसे कमरे में पहुँच जाओ तो एक बार तो चक्कर में पड़ ही जाओगे। बहुत से जादू के खेल दिखाने वाले इन दर्पणों की सहायता से ही अपने खेल दिखाते हैं।

जिन दर्पणों से प्रतिबिम्ब टेढ़े-मेढ़े, बड़े-छोटे या उल्टे-सीधे दीखते हैं, वे असल में **वक्राकार** या **गोलाकार दर्पण** (Curved or Spherical Mirrors) होते हैं। उन पर पड़ी प्रकाश की किरणों का परावर्तन इस तरह से होता है कि उनमें किसी भी चीज का प्रतिबिम्ब ठीक उस वस्तु जैसा ही नहीं बन पाता। कलाई के लोटे पर अपना प्रतिबिम्ब देखो तो तुम्हें इस तरह के दर्पण का अच्छा उदाहरण मिल जायगा।

वक्राकार दर्पण दो तरह के होते हैं—एक तो वे जिनमें यदि तुम अपना प्रतिबिम्ब देखो तो वह बहुत बड़ा दीखेगा—अच्छे-खासे नर-राक्षस जैसा ही। ऐसे वक्राकार दर्पणों को **नतोदर दर्पण** (Concave Mirror) कहते हैं। दूसरी तरह के वक्राकार दर्पणों में तुम अपना प्रतिबिम्ब देखो तो वह बौने-सा छोटा दीखेगा। इस तरह के दर्पण **उन्नतोदर दर्पण** (Convex Mirror) कहलाते हैं।

यह भी करके देखो

दर्पण और परावर्तन के सिद्धान्तों के बारे में तुमने बहुत-कुछ पढ़ लिया है। परावर्तन के सिद्धान्त का फायदा उठा कर तुम अपने मनोरंजन का एक अच्छा खिलौना तैयार कर सकते हो। इस खिलौने को **कैलेडस्कोप** (Kaleidoscope) या **फूलबीन** कहते हैं।

कैलेडस्कोप बनाने के लिए इस सामान की जरूरत है :

१. तीन कांच की पट्टियाँ (३" × ३")





२. तीन काच की मामूली गोल पट्टियां ($\frac{1}{2}$ " व्यास)
३. रंगीन चूड़ियों के टुकड़े
४. रंगीन कागज, गोद और थोड़ा-सा धागा



काच की लम्बी पट्टियों का तिकोना बेलन (सिलिण्डर)-सा बनाकर उसे धागे से अच्छी तरह बांध दो।

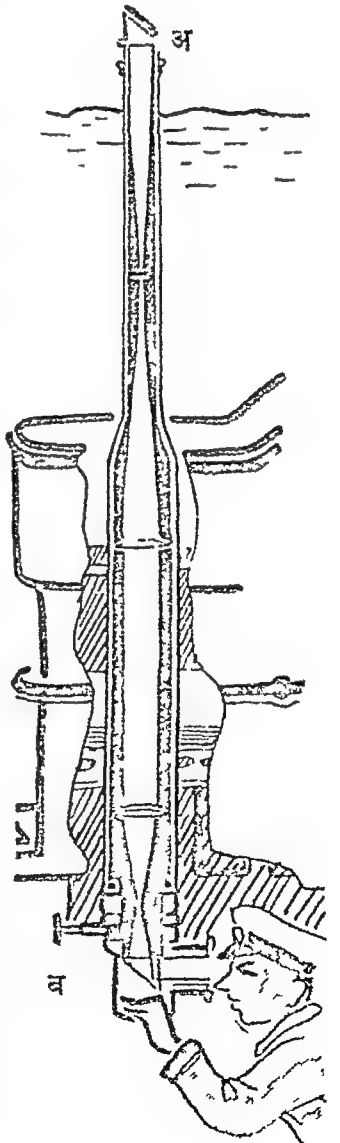
काच की एक गोल पट्टी पर रंगीन चूड़ी के टुकड़े डाल कर उस पर दूसरी गोल पट्टी रख दो। धीरे से इन्हे तिकोने बेलन के एक मुँह पर इस तरह से बांध दो कि चूड़ी के टुकड़े गिरने न पावे। यह कैलेडस्कोप का निचला हिस्सा है।

बेलन के ऊपरी हिस्से पर तीसरी गोल पट्टी इसी तरह से बांध दो। अब रंगीन कागज से इस बेलन को अच्छी तरह गोल लपेट कर चिपका दो। निचले हिस्से को भी कागज से ढक दो। ऊपरी गोल पट्टी के बीच में जरा-सी खाली जगह छोड़ कर उस पर भी कागज लगा दो। बस, तुम्हारा कैलेडस्कोप तैयार है।

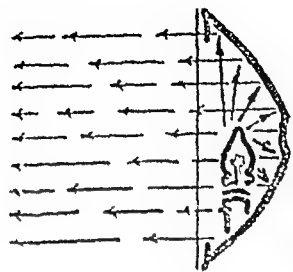
कैलेडस्कोप के ऊपर के हिस्से को अपनी आँख के पास लाओ। दूसरी आँख बन्द करके कैलेडस्कोप के भीतर देखो। क्या दीखता है? जरा उसे घुमाओ तो, कैसे सुन्दर रंग-बिरंगे फूल बनते दीखते हैं।

बाहर से प्रकाश न आने के कारण बेलन की तीनों पट्टियाँ दर्पण का काम करने लगती हैं। इनमें चूड़ी के टुकड़ों के कई प्रतिबिम्ब बन जाते हैं और यह सब मिलकर इतने सुन्दर दीखने लगते हैं।

जानते हो, समुद्र में पानी के नीचे चलने वाली पनडुब्बियों से पानी पर चलने वाले जहाजों को कैसे देखा जाता है? पनडुब्बियों में एक यन्त्र लगा होता है, जिसे पेरिस्कोप (Periscope) कहते हैं। चित्र में देखो, अ और ब दो दर्पण हैं जो एक लम्बी नली के दोनों सिरों पर 45° के कोण पर रखे हुए हैं। अ जल के ऊपर है। पानी पर चलने वाले जहाजों से चली प्रकाश-किरणों से ऊपर के दर्पण अ में



प्रतिबिम्ब बनता है। प्रकाश की किरणों के परावर्तन के कारण इस प्रतिबिम्ब का प्रतिबिम्ब निचले दर्पण में बन जाता है जो वहाँ खड़े आदमी को दीख जाता है।



प्रकाश के परावर्तन का उपयोग और भी कई बातों में किया जाता है। तुमने मोटरकारों की बत्तियों पर भी कभी ध्यान दिया है? बत्ती के चारों तरफ जो कलई की चमकदार तश्तरी होती है, वह उसके प्रकाश को कहीं अधिक तेज कर देती है।

आवर्तन

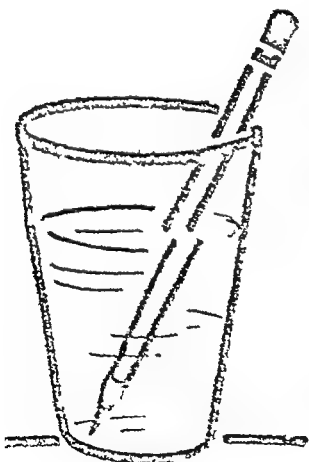
पानी की भरी बाल्टी में अपना हाथ डाल कर देखें तो लगता है मानों हाथ ही टेढ़ा हो गया हो।

कांच के गिलास में पानी डालकर उसमें अपनी पेंसिल डुबा कर देखो तो वह भी टेढ़ी दीखती है।

पानी में डालने से हाथ टेढ़ा क्यों दीखता है? या पेंसिल टेढ़ी क्यों दिखाई देती है?

तुम जानते हो कि प्रकाश पारदर्शक पदार्थों से गजर जाता है। हवा, कांच, पानी, ये सब पारदर्शक पदार्थ ही हैं। ऊपर के प्रयोग दो पारदर्शक पदार्थों के साथ थे—हवा और पानी।

पानी में पड़ी पेंसिल हमें उस प्रकाश के कारण दिखाई देती है, जो परावर्तन के कारण पेंसिल से लौटकर हमारी आँखों तक आ जाता है। प्रकाश हमेशा सीधी किरणों में चलता है। पर इस पर भी पेंसिल का पानी के नीचे का हिस्सा हमें इसलिए टेढ़ा दिखाई देता है कि पानी के माध्यम से बाहर हवा के माध्यम में आते समय प्रकाश की किरणें टेढ़ी हो जाती हैं।



इस तरह के पदार्थ जिनमें प्रकाश चल सकता है, उसके माध्यम (Medium) कहलाते हैं। हवा, पानी, कांच, ये सब प्रकाश के अलग-अलग माध्यम हैं।

प्रकाश की किरणें एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाते समय

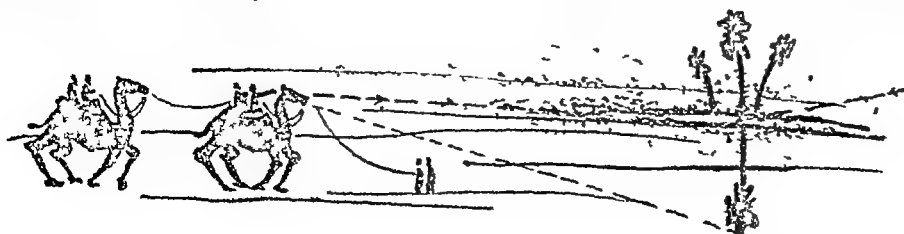
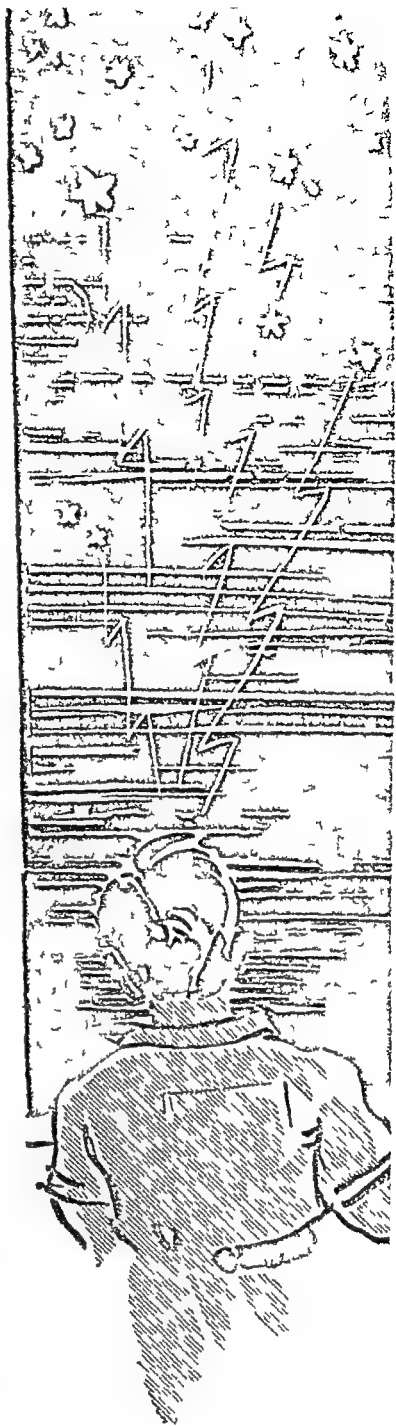
टेढ़ी हो जाती है। प्रकाश की किरणों के टेढ़े होने की इस क्रिया को ही आवर्तन (Refraction) का नाम दिया गया है।

प्रकाश के आवर्तन को हम रोज देखते हैं, पर शायद ही कभी हमारा ध्यान उसकी तरफ जाता है। नदी में नहाते हुए तुम्हारा ध्यान गया होगा कि उसकी तली कुछ ऊपर दीखती है, जैसी वह वास्तव में नहीं होती। उथले पानी में चलते हुए तो कई बार धोखा ही हो जाता है। तुम तली को ऊपर समझ कर पैर रखते हो और वह काफी नीचे जाकर रुकता है।

सफेद कागज पर स्याही या पेन्सिल से थोड़ी दूर पर दो निशान बना दो। एक निशान के ऊपर पानी भरा गिलास रख दो। ऊपर से देखने पर क्या लगता है ? गिलास के नीचे वाला निशान दूसरे निशान से ज्यादा ऊंचा दीखता है न ? वास्तव में ये निशान ऊंचे-नीचे नहीं होते। प्रकाश के आवर्तन के कारण ही गिलास के नीचे वाला निशान दूसरे निशान से ऊंचा दिखाई देता है।

रात को टिमटिमाते तारे कैसे अच्छे लगते हैं। पर क्या तारे सचमुच टिमटिमाते हैं ? तारे धरती से बहुत दूर हैं। तारों से आने वाले प्रकाश को हमारी आँखों तक आने के पहले कई माध्यमों से गुजरना पड़ता है। हवा सभी जगह एक-सी भारी या सघन नहीं होती। धरती से ऊपर हवा लगातार हल्की और पतली होती चली जाती है। प्रकाश को हवा की इन पट्टियों से भी गुजरना पड़ता है। हवा की हर एक पट्टी में हल्केपन और विरलता का भेद होने से उसके गुण भी बदलते रहते हैं। इसलिए हवा की हर एक पट्टी एक नए माध्यम का काम करती है। इनको पार करते-करते प्रकाश की किरणों का कई जगह आवर्तन होता है, जिसके कारण वह तारा हमें टिमटिमाता दीखने लगता है।

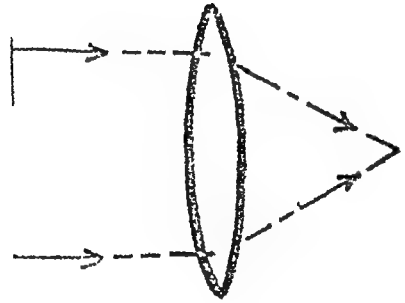
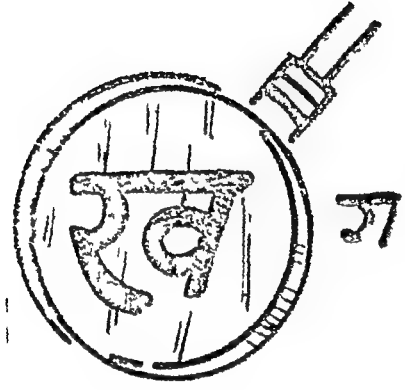
इसी तरह के आवर्तन के कारण रेगिस्तान में सफर करते यात्रियों को रेगिस्तान में मृग-मरीचिका (Mirage) का अनुभव होता है। उन्हें दूर के पेड़ों और हरियाली के प्रतिबिम्ब रेत में



दीखने लग जाते हैं जिन्हें वे वास्तविक समझ लेते हैं। उन्हें ऐसा मालूम होता है जैसे वहाँ पानी भरा हो।

इसी तरह से गर्मियों में शहर की पक्की सड़कों पर चलते समय कई बार ऐसा लगता है कि सड़क पर पानी पड़ा हुआ है, जबकि वास्तव में सड़क पर पानी नहीं होता। यह भी प्रकाश के आवर्तन का ही एक खेल है।

आसपास काफी लोग चश्मा लगाये नजर आते हैं। चश्मे में लगने वाले काच को लेंस कहते हैं। हमारी आँखों में भी प्रकृति का दिया एक ऐसा ही लेंस होता है, जिसके कारण हम देख पाते हैं। अगर इस प्रकृतिप्रदत्त लेंस में कुछ खराबी हो जाय तो उसे इन कांच के बने लेंसों से दूर करने की कोशिश करते हैं। ये लेंस वक्राकार होते हैं। अपनी वक्र सतह से वे अपने से गुजरने वाले प्रकाश को मोड़ देते हैं।

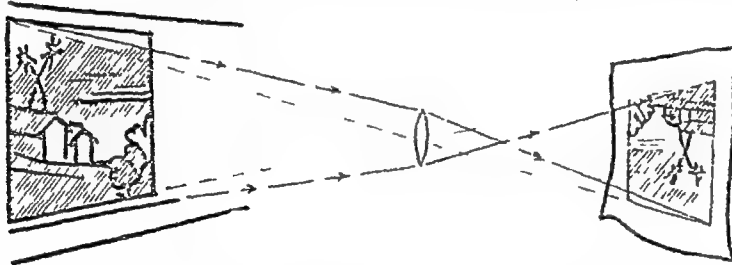


तुमने कभी आतशी शीशा (Magnifying Glass) देखा है? आतशी शीशा भी एक तरह का लेंस ही होता है। तुमने देखा होगा कि आतशी शीशे से अगर अक्षरों को देखा जाय तो वे काफी बड़े, मोटे और साफ दिखाई देने लगते हैं। आतशी शीशा बीच में मोटा होता है और किनारों पर पतला। इस तरह के लेंस को उन्नतोदर लेंस (Convex Lens) कहते हैं। उन्नतोदर लेंस में होकर जब प्रकाश की किरणें गुजरती हैं तो वह उन्हें अपने सबसे मोटे हिस्से की तरफ मोड़ देता है। इसी कारण से उन्नतोदर लेंस से देखने पर चीजे बड़ी दीखती हैं। जिस बिन्दु पर ये आवर्तित किरणें जाकर मिलती हैं वह लेंस का फोकस (Focus) कहलाता है। लेंस और फोकस के बीच की दूरी को फोकस-अन्तर (Focal Length) कहते हैं।

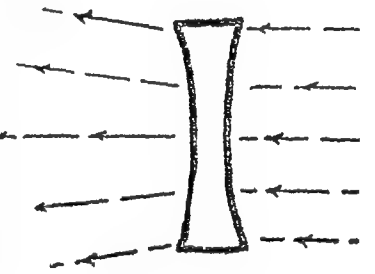


उन्नतोदर लेंस से यदि सूर्य के प्रकाश को गुजारा जाय तो लेंस के फोकस पर सूर्य की किरणों से इतनी गर्मी पैदा हो जाती है कि वे अगर किसी कागज या कपड़े पर पड़े तो उसमें आग पैदा हो जाती है।

उन्नतोदर लेंस का उपयोग चश्मों के अलावा और भी कई चीजों में होता है। तस्वीर खींचने के कैमरा में भी उन्नतोदर लेंस का प्रयोग किया जाता है। जब किसी वस्तु से आनेवाला प्रकाश इस लेंस से गुजरता है तो लेंस के फोकस पर उसका वास्तविक और उल्टा प्रतिबिम्ब बन जाता है, पर वह वस्तु लेंस से एक खास दूरी पर होनी चाहिए। उन्नतोदर लेंस के वास्तविक प्रतिबिम्ब और साधारण समतल दर्पण के साधारण प्रतिबिम्ब में बड़ा अन्तर होता है। वास्तविक प्रतिबिम्ब को परदे पर लिया जा सकता है, लेकिन साधारण प्रतिबिम्ब केवल देखा जा सकता है। उसे परदे पर नहीं लिया जा सकता।



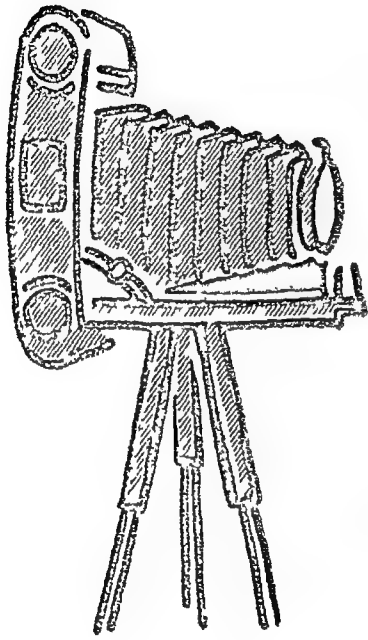
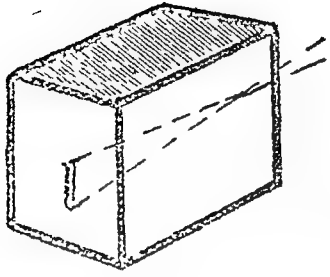
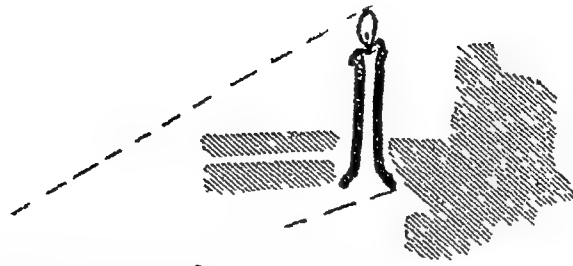
उन्नतोदर लेंस के अलावा एक तरह का लेंस और भी होता है। यह लेंस बीच में पतला होता है और किनारों पर मोटा। इस तरह के लेंस नतोदर लेंस (Concave Lens) कहलाते हैं। नतोदर लेंस से जब प्रकाश की किरणें गुजरती हैं तो वह उन्हें अपने सबसे मोटे भाग की तरफ फैला देता है। उसका फोकस उसी तरफ होता है जिस तरफ से उस पर प्रकाश गिरता है। अगर तुम इस पुस्तक के अक्षरों को नतोदर लेंस से पढ़ने की कोशिश करोगे तो तुम देखोगे कि उससे अक्षर छोटे दिखाई देते हैं।



कुछ लेंस ऐसे होते हैं जो एक ही तरफ मुड़े हुए होते हैं और दूसरी तरफ से समतल होते हैं। कुछ की गोलाई बहुत अधिक होती है तो कुछ की बहुत कम। लेंस की गोलाई जितनी ज्यादा होगी, प्रकाश की किरणें उतनी ही ज्यादा मुड़ेंगी।

चार : : कैमरा और आँख

तस्वीर खींचने और कैमरा रखने का शौक किसे नहीं होता ? चाहो तो तुम भी अपने लिए एक छोटा-सा कैमरा तैयार कर सकते हो।



इस तरह का कैमरा लकड़ी का एक छोटा-सा डिब्बा होता है, जो एक तरफ खुला हुआ होता है। अन्दर से यह डिब्बा काले रंग का होता है। खुले हुए भाग के सामने बीच में एक बहुत बारीक छेद होता है। खुले हुए भाग पर एक दूधिया शीशा लगा कर कैमरे को इस तरह से बन्द कर लेते हैं कि उसमें सामने वाले छेद के अलावा और कहीं से प्रकाश न जाने पाये। कैमरा के इस सुई जैसे छोटे छेद के कारण इस कैमरे को **सुई के छेद वाला कैमरा (Pinhole Camera)** कहते हैं।

इस कैमरे की तस्वीर तो तुम भी देखना चाहोगे। छेद के पास एक मोमबत्ती जला कर रख दो। कैमरे के पीछे देखो—दूधिया शीशे पर जलती हुई मोमबत्ती की तस्वीर दिखाई देगी, पर वह सीधी नहीं, औधी होगी।

लेकिन तस्वीर तो ऐसी होनी चाहिए कि तुम चाहो तो उसे अपने सग्रह में रख लो और चाहो तो उसे अपने दोस्त को दे दो। जाहिर है, सुई के छेद वाले कैमरे से इस तरह की तस्वीर नहीं ली जा सकती और न उसमें इसका कोई प्रबन्ध होता है। इस काम के लिए तस्वीर खींचने का कैमरा ही काम में लाया जाता है।



साथ के चित्र को देखो, इसमें तस्वीर खींचने के कैमरा की बनावट दिखाई गई है। कैमरे के सामने एक उन्नतोदर लैन्स लगा होता है। लैन्स एक खटके से ढका होता है। इस खटके के कारण कैमरे में प्रकाश बिल्कुल नहीं जा सकता। इस खटके को तस्वीर खींचते वक्त ही खोला जाता है। जिस वस्तु की तस्वीर खींचनी होती है, उससे चली प्रकाश की किरणें इस लैन्स से गुजर कर कैमरे के पिछले हिस्से पर जाती हैं, जहां तस्वीर खींचने की फिल्म पर वे उसका वास्तविक औधा प्रतिबिम्ब बनाती हैं। यह फिल्म सिल्वर नाइट्रेट आदि कुछ रासायनिक पदार्थों की बनी होती है। फिल्म पर प्रकाश का तुरन्त असर पड़ता है। प्रकाश अपनी तेजी के अनुसार सिल्वर नाइट्रेट को काला कर देता है। इससे उस पर वस्तु का प्रतिबिम्ब बन जाता है। खटके को खोल कर फिल्म पर वस्तु का प्रतिबिम्ब लेने के बाद अंधेरे कमरे में उसे कुछ विशेष रसायनों में धोते हैं, जिससे यह



प्रतिबिम्ब स्थायी हो जाता है। तस्वीर का यह पारदर्शक स्थायी प्रतिबिम्ब निगेटिव कहलाता है। निगेटिव से तस्वीर छापने के कागज पर उसकी प्रतियां छाप ली जाती हैं।

अब तस्वीर छापने की कला बड़ी विकसित हो गई है। पहले तस्वीरे एक रंग की ही खींची जा सकती थी, पर अब तो रंगीन तस्वीरों का लेना भी सम्भव हो गया और आधुनिक कैमरे तो इतने अच्छे बनने लगे हैं कि उनसे एक सैकंड के पांचसौवें भाग से भी कम समय में तस्वीर ली जा सकती है।

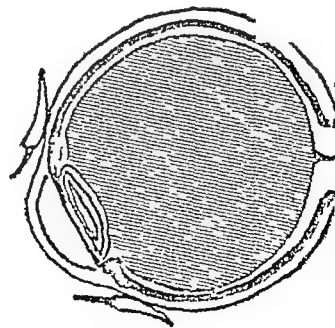
हमारी आँख

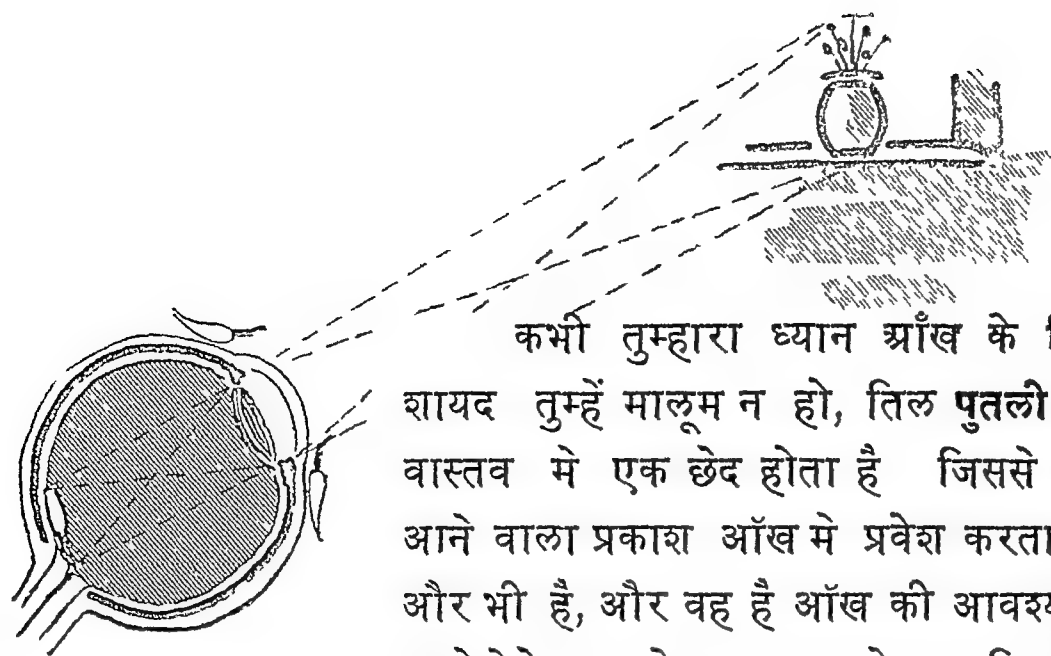
आँख हमारे लिए कितनी जरूरी है। यह हमारे चेहरे की शोभा ही नहीं है, बल्कि बाहरी दुनिया से हमारे सम्बन्धों का आधार भी है। पर शायद तुम्हें मालूम न हो, आँख वास्तव में ऐसी नहीं होती, जैसी वह हमें बाहर से दीखती है। नीचे के चित्र में आँख की बनावट दिखाई गई है। कैसी अजीब दीखती है ?

तुम्हें कैमरे की बनावट याद है न ? हमारी आँख कैमरे से बहुत-कुछ मिलती है। उसकी बनावट को आँख की बनावट से मिलाओ।

आँख के गोले में यह कौड़ी जैसी चीज क्या है ? यह आँख का लैन्स है। पर आँख का लैन्स कैमरे के लैन्स की तरह काच का बना हुआ न होकर पारदर्शक तन्तुओं का बना होता है। यही वह प्रकृति का दिया हुआ लैन्स है, जिसकी चर्चा हमने पहले की थी।

आँख के लैन्स के चारों तरफ वे पेशियां हैं जो लैन्स को उसकी जगह पर रखती हैं। इसके अलावा इन पेशियों का एक काम और है। दूर और पास की चीजों को देखने के लिए वे आँख के लैन्स की जरूरत के मुताबिक उसकी मोटाई को कम या ज्यादा कर देती हैं। आँख के लैन्स की मोटाई का इस तरह से बदलना बहुत जरूरी है, क्योंकि उसके बिना साफ नहीं दिखाई दे सकता। किसी भी कृत्रिम लैन्स की मोटाई इस तरह से घटाई-बढ़ाई नहीं जा सकती।





कभी तुम्हारा ध्यान आँख के तिल पर भी गया है क्या ? शायद तुम्हें मालूम न हो, तिल पुतली के ऊपर नहीं होता। तिल वास्तव में एक छेद होता है जिससे होकर बाहर के पदार्थों से आने वाला प्रकाश आँख में प्रवेश करता है। पुतली का एक काम और भी है, और वह है आँख की आवश्यकता के अनुसार प्रकाश को आने देने का। तेज प्रकाश में यह तिल को संकुचित कर देती है और हल्के प्रकाश में उसे फैला देती है। इस बात का तुम्हें भी अनुभव होगा कि हल्के प्रकाश से अचानक तेज प्रकाश में आ जाने से आँखों में चकाचौंध हो जाती है, क्योंकि तिल को संकुचित होने में कुछ देर लगती है। बहुत तेज प्रकाश वैसे भी आँख के लिए बुरा है, क्योंकि उससे आँख के परदे को नुकसान पहुँचता है। इसी तरह से तेज प्रकाश से एकदम बहुत हल्के प्रकाश में जाने से आँखों के सामने अधेरा-सा आ जाता है, क्योंकि तिल एकदम फैल भी नहीं सकता है।

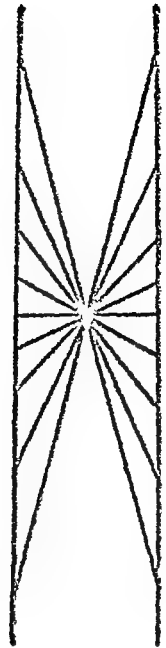
आँख का सारा गोला दो तरह के पारदर्शक द्रवों से भरा होता है। एक तरह का द्रव लैन्स के आगे होता है और दूसरी तरह का उस के पीछे। आँख के पिछले भाग में आँख का परदा होता है। यह परदा कैमरे की फिल्म की तरह होता है। यह परदा असंख्य छोटी-छोटी शिराओं से मिलकर बनता है, जो नीचे जाकर आँख की नाड़ी में मिल जाती है।

बाहर की जिस चीज को हम देखते हैं उससे चली प्रकाश की किरणें कैमरे की तरह ही आँख के लैन्स को पार करके परदे पर उसका औधा प्रतिबिम्ब बना देती हैं। आँख की नाड़ी के द्वारा हमारा मस्तिष्क उसका सीधा अनुभव कर लेता है।

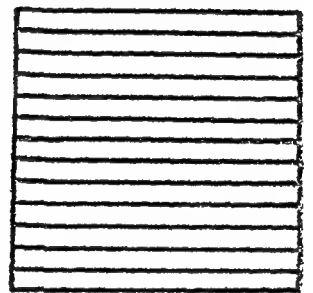
दृष्टि-भ्रम

हो सकता है कि तुम्हारी निगाह बिल्कुल ठीक हो, पर फिर भी कभी-कभी ऐसा हो सकता है कि तुम किसी चीज को देखकर इस बात पर पूरी तरह से विश्वास न कर सको कि तुम्हारी निगाह वास्तव में अच्छी है। जरा इन तस्वीरों की तरफ देखो। पहले चित्र में दो

रेखाएं हैं। बिना नापे बताओ, दोनों की लम्बाई में कितना अन्तर है ? तुम शायद नापने पर ही जवाब दे सको। वास्तव में छोटी लकीर बड़ी लकीर की आधी है, पर लकीरों की स्थिति के कारण देखने में दोनों में अन्तर कम ही लगता है।



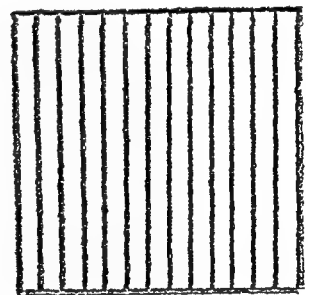
दूसरे चित्र में देखकर ऐसा लगता है कि ऊपर और नीचे की लकीरे एक-दूसरी की तरफ मुड़ी हुई हैं, पर वास्तव में ऐसा नहीं है। दोनों लकीरे बिल्कुल सीधी हैं और एक-दूसरे के सामानान्तर हैं। यह धोखा ऊपर से नीचे तक की लकीरों के कारण ही है।



तीसरे और चौथे चित्र की तरफ देखकर बताओ, कौनसा आयत बड़ा है ? वास्तव में दोनों में कोई बड़ा या छोटा नहीं है, दोनों एक बराबर हैं, पर बीच की लकीरों से एक ज्यादा लम्बा दीखता है और दूसरा ज्यादा चौड़ा। इस तरह के भ्रमों को दृष्टि-भ्रम (Optical Illusion) कहते हैं।

पांच : : देखने के उपकरण

लैन्स और दर्पण के बारे में तुम पढ़ चुके हो। हमारी रोजाना की जिन्दगी में ये बहुत जरूरी हैं। आँख के बारे में पढ़ते समय तुमने उसके लैन्स की अपनी मोटाई घटा-बढ़ा लेने की बात पढ़ी थी। मान लो, किसी तरह इस लैन्स की यह ताकत कम हो जाय तो ? पिछले युग में तो इसका मतलब लगभग अन्धा बन जाना था, लेकिन अब लैन्स की सहायता से बहुत से कमजोर आँखों वाले भी ठीक से देख सकते हैं। जिन लोगों की आँखें कमजोर हो जाती हैं या जिन्हें ठीक देखना बन्द हो जाता है, उनमें से कुछ पास की चीजें मुश्किल से देख पाते हैं तो कुछ दूर की। कुछ लोग दूर और पास की चीजें तो देख सकते हैं, पर किसी खास तरफ अच्छी तरह से नहीं देख सकते।



निगाह की यह खराबी आँख के लैन्स के खराब होने से पैदा होती है। इस खराबी पर काँच के बने लैन्स लगाकर काबू किया जा सकता है। इसके लिए आँखों के डाक्टर आँख की अच्छी तरह से

परीक्षा करके ऐसे लैन्स का नम्बर दे देते हैं, जिसका चश्मा लगाने से साफ दीखने लग जाता है।

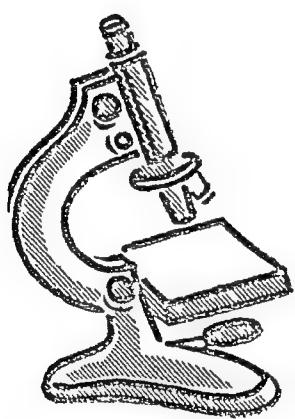
चश्मा बड़ी सावधानी से बनवाना चाहिए। अगर लैन्स का नम्बर तनिक भी गलत रह जाय तो उससे उल्टा नुकसान होता है। इसलिए अगर चश्मे की जरूरत ही पड़े तो आँखों के किसी प्रामाणिक डाक्टर के पास ही जाना चाहिए। शौकिया चश्मा लगाना तो ऐसा ही है जैसे शौकिया अपंग बन जाना।

अच्छा, यह तो बताओ, छोटी-से-छोटी चीज क्या हो सकती है ? तुम कह सकते हो, “सुई की नोंक ! और क्या ?” महाभारत में भी तो पढ़ा था कि जब पाण्डवों की तरफ से भगवान श्रीकृष्ण कौरवों से समझौते की बात करने के लिए गये थे तो दुर्योधन ने पाण्डवों को सुई की नोंक के बराबर भी हिस्सा देने से मना कर दिया था। फिर कहो, इससे भी छोटी और क्या चीज हो सकती है ?

लेकिन तुम्हें यह सुनकर आश्चर्य होगा कि सुई की नोंक तो बहुत बड़ी होती है। उससे दस हजार और बीस हजार भाग से भी ज्यादा छोटे ऐसे असंख्य जीव और पदार्थ हैं, जो हमें कोरी आँख से देख ही नहीं सकते।

ऐसी और इनसे भी छोटी चीजों को, जो हमें अपनी आँखों से नहीं देख पाती हैं, खुरदबीन या अणुवीक्षण यन्त्र (Microscope) से देखा जाता है। बहुत पहले जो खुरदबीन बने थे, उनकी ताकत इतनी कम थी कि वे आज के मामूली खुरदबीन का मुकाबला भी नहीं कर सकते थे, लेकिन अब तो मामूली खुरदबीन भी किसी भी सूक्ष्म पदार्थ को आसानी से २०० गुना बड़ा करके दिखा देते हैं। सुई की नोंक को ऐसी खुरदबीन से देखे तो सोचो, वह कैसी दीखेगी ?

खुरदबीन में लैन्सों के कम-से-कम दो जोड़े होते हैं—आँख के पास और नली के नीचे—देखने वाली चीज के पास। जिस चीज को देखना होता है, उसके बहुत थोड़े अंश को काच की एक साफ स्लाइड पर रख कर नली के नीचे इस तरह रखते हैं कि उस पर खूब प्रकाश पड़ता रहे।



फिर नली के ऊपर से पदार्थ को देखते हैं। हो सकता है कि इस तरह देखने पर पहले कुछ न दीखे। इसका कारण खुर्दबीन का गलत फोकस पर होना है। इसलिए ऊपर-नीचे करने वाले पेच की सहायता से नली को ऐसी जगह पर ले जाते हैं कि पदार्थ साफ-साफ दीखने लगे। यही ठीक फोकस की जगह होती है।

तुमने बाल की खाल निकालने की कहावत सुनी होगी। बाल की खाल? बाल तो खुद इतना बारीक होता है कि उसकी खाल कहा से आयगी! पर खुर्दबीन से अगर तुम अपने सिर के बाल को देखो तो तुम्हें बाल की खाल के अलावा भी कई चीजें और दीख जायंगी।

अक्सर चीजें जो खाली आँख से हमें किसी खास तरह की दीखती हैं, खुर्दबीन से देखी जाने पर बिल्कुल दूसरी तरह की दीखती हैं। अपने शरीर में बहता लाल खून खुर्दबीन के शीशे के नीचे लाल द्रव-सा नहीं दीखता। वह एक पीला द्रव बन जाता है, जिसमें लाल कण तैरते दीखते हैं। खुर्दबीन के कारण अनेक सूक्ष्म कीटाणु, जिनसे तरह-तरह की बीमारियाँ फैलती हैं, दीखने लगते हैं—जैसे हैजे या तपेदिक के कीटाणु। लेकिन इस ससार में असंख्य जीव ऐसे हैं, जो इस तरह की खुर्दबीनो से भी नहीं देखे जा सकते। उन्हें खास तरह के खुर्दबीन से देखा जाता है, जो बिजली की किरणों के द्वारा किसी सूक्ष्म-से-सूक्ष्म पदार्थ को भी हजारों गुना बड़ा कर के दिखा सकते हैं।

यह तो बात रही उन छोटी-छोटी चीजों की जो हमारे पास ही में मौजूद हैं। आओ, जरा दूर की चीजों की भी तो बात करें। आसमान में कितने तारे हैं? कभी तुमने गिनने की कोशिश की है? वैसे तो आसमान में असंख्य तारे हैं, पर कोरी आँख से लगभग

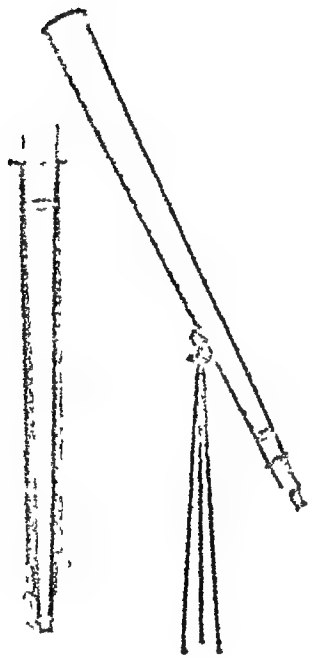


१०,००० तारे ही अलग-अलग दीखते हैं। बाकी तारे इतनी दूर हैं कि उन्हें कोरी आंख से अलग-अलग तारों की तरह देखा ही नहीं जा सकता। अलवत्ता कुछ, साफ आसमान पर बिखरे धुंधले-धुंधले बादलों की तरह प्रकाश-पुंजों के रूप में दीख जाते हैं। आकाश-गंगा ऐसे ही तारों का समूह है। ऐसी दूर की चीजों को देखने के लिए भी यंत्र बन गये हैं। इन्हें दूरबीन या दूरदर्शक यन्त्र (Telescope) कहते हैं। पहला अच्छा दूरबीन इटली के वैज्ञानिक गेलीलिओ ने बनाया था।

दूरबीन दो तरह के होते हैं—आवर्तक (Refracting) और परावर्तक (Reflecting)। आवर्तक दूरबीनों में उन्नतोदर लैन्स का उपयोग किया जाता है—दूर के पदार्थों से आने वाली प्रकाश की किरणें एक शक्तिशाली उन्नतोदर लैन्स से गुजर कर उसके फोकस पर उस पदार्थ का वास्तविक प्रतिबिम्ब बना देती हैं। इस प्रतिबिम्ब को एक दूसरे लैन्स के द्वारा बड़ा करके देख लेते हैं। इस तरह का दुनिया का सबसे बड़ा दूरबीन संयुक्त राष्ट्र अमेरिका में है। उसके लैन्स का व्यास ४० इंच है। इस दूरबीन से जब चाँद को देखते हैं तो वह ऐसा दीखता है मानो धरती से कुछ ही मील की दूरी पर हो।

परावर्तक दूरबीनों में वक्राकार दर्पणों का प्रयोग किया जाता है। दूर के पदार्थों से आने वाली प्रकाश-किरणों का इस दर्पण से परावर्तन होता है और उनका प्रतिबिम्ब बन जाता है। इस तरह का सबसे बड़ा दूरबीन भी संयुक्त राष्ट्र अमेरिका में ही है। उसके दर्पण का व्यास २०० इंच है। इस दूरबीन से चाँद को देखते हैं तो लगता है मानो वह कुछ ही दूरी पर दीख रहा हो।

तुमने चंदा मामा में सूत कातने वाली बुढ़िया की कहानी कितनी ही बार सुनी होगी। तो इस दूरबीन से वह बुढ़िया भी तो जरूर दीखती होगी? कैसी होगी



वह बुढियामाई ? पर बुढिया की बात तो दूर रही, इस दूरबीन से देख कर तो पता चला है कि चाँद मे किसी भी तरह का कोई प्राणी ही नहीं रहता । वहां तो बर्फ से ढके ज्वालामुखी पहाड़ और गहरी खाइयां है । पेड़-पौधे-वनस्पति तक वहां नहीं हैं । बांये हाथ के पृष्ठ पर एक शक्तिशाली दूरबीन की सहायता से ली गई चाँद की तस्वीर है । देखो, कैसी लगती है ?

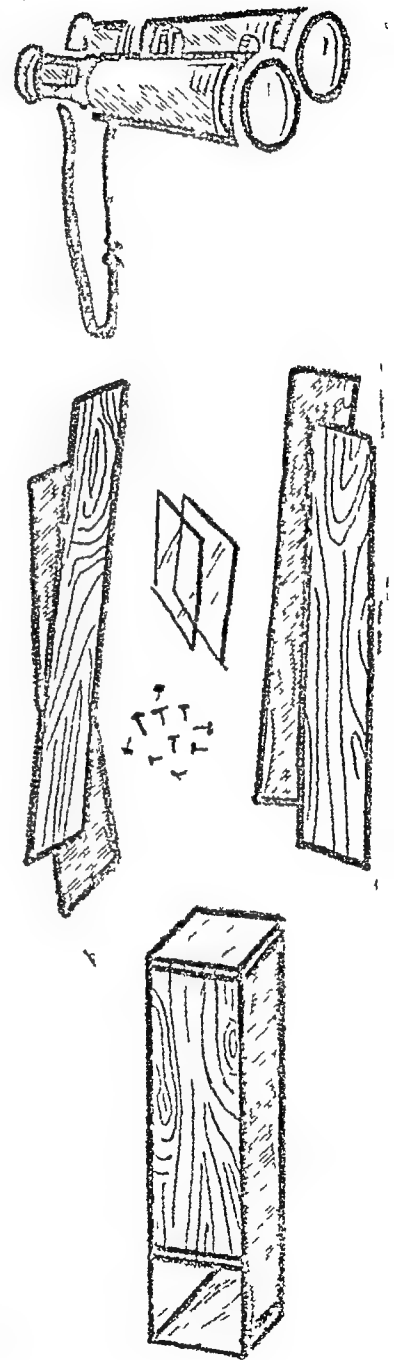
आज हम इस बात को सोच भी नहीं सकते कि दूरबीन और खुर्दबीन के बिना विज्ञान इतनी प्रगति कैसे करता । अब तो जो नए दूरबीन और खुर्दबीन बने है, वे अपने आप तस्वीर भी खींच लेते है । इन यन्त्रो की सहायता से मनुष्य ने प्रकृति के बहुत से रहस्यो का पता लगाया है ।

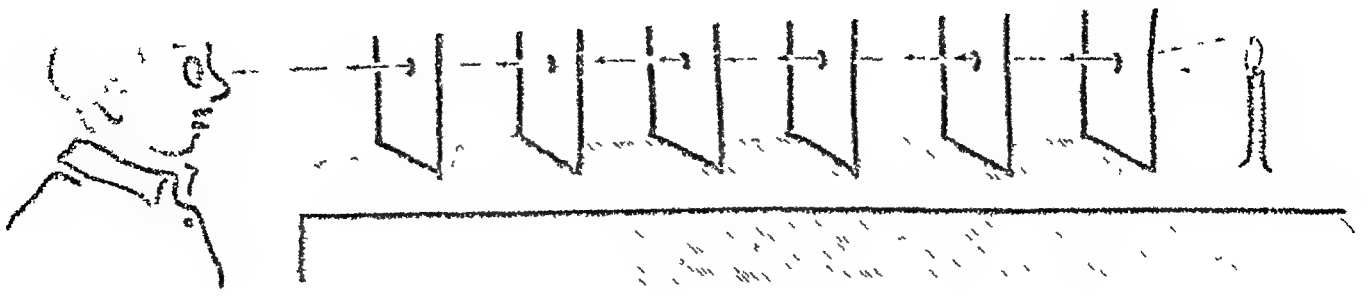
क्रिकेट के मैच मे तुमने कई लोगो को दो नली वाले दूरबीनो का इस्तेमाल करते देखा होगा । इन दूरबीनों मे आमतौर पर लैन्स का ही उपयोग किया जाता है, पर कभी-कभी प्रिज्म भी प्रयुक्त कर लिये जाते है । प्रिज्म के बारे मे विस्तार से हम बाद मे बतायगे । अभी इतना ही कह देना काफी होगा कि प्रिज्म भी लैन्स की तरह से प्रकाश की किरणो का आवर्त्तन करता है ।

पनडुब्बियों मे इस्तेमाल होने वाले पैरिस्कोप के बारे मे तुम पढ चुके हो । चाहो तो अपने मनोरंजन के लिए तुम भी ऐसा ही घरेलू पैरिस्कोप तैयार कर सकते हो । पैरिस्कोप तैयार करने के लिए तुम्हे थोडा ही सामान चाहिए ।

१. दो बिना चौखटे के साधारण दर्पण (३"×३")
२. दो पतली लकड़ी की पट्टिया (१२"×२½")
३. दो पतली लकड़ी की पट्टिया (७½"×४")
४. छोटी कीले
५. दर्पण चिपकाने के लिए जिन्क ऑक्साइड प्लास्टर ।

इन तस्वीरों की तरफ देखो । पैरिस्कोप बनाने की तरकीब तुम्हारी समझ मे आ जायगी । लेकिन इस बात का ध्यान रखना कि





दर्पण ठीक 45° के कोण पर ही लगें। अगर इसमें जरा-सी भी गलती रह जायगी तो प्रकाश की किरणों का परावर्तन ठीक से नहीं होगा और तुम अपने पैरिस्कोप का आनन्द न ले सकोगे।

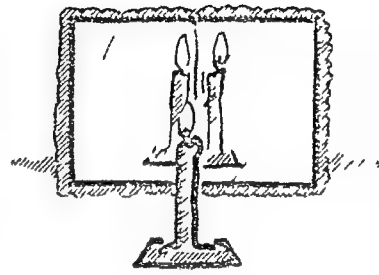
छह : : कुछ दिलचस्प प्रयोग

१. गत्ते के छह-सात बराबर टुकड़े लेकर उनके बीच में एक छेद कर दो। ऊपर की तस्वीर की तरह उन्हें एक सीध में मेज पर रखो। गत्तों के सामने एक मोमबत्ती जला कर रख दो। सबसे पिछले गत्ते के छेद से मोमबत्ती की रोशनी को देखने की कोशिश करो। तुम देखोगे कि जबतक मोमबत्ती की लौ और सारे छेद एक ही सीधी रेखा में नहीं आ जाते, मोमबत्ती नहीं दिखाई देती। इस प्रयोग से यह स्पष्ट सिद्ध हो जाता है कि प्रकाश सीधी रेखाओं में ही चलता है।

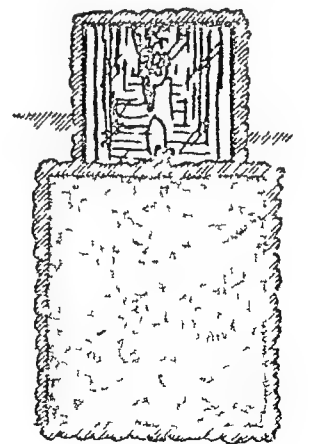
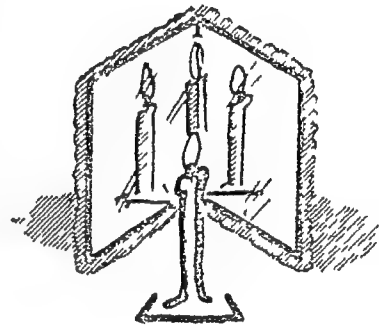
२. मेज के ठीक बीच में एक दर्पण सीधा खड़ा करो। मेज के सामने इस तरह झुको कि तुम्हारा प्रतिबिम्ब दर्पण में साफ नजर आने लगे। अपने और दर्पण के बीच में एक गुलदस्ता रख दो। दर्पण में तुम्हारा और गुलदस्ते का, दोनों का प्रतिबिम्ब साफ दीखता है न ? गुलदस्ते को वही छोड़ कर मेज के दाहिने कोने पर जाकर दर्पण में प्रतिबिम्ब को देखो। अब तुम्हारा प्रतिबिम्ब क्यों नहीं दीखता ? गुलदस्ते को भी दाहिने कोने पर ही रख लो। अब उसका प्रतिबिम्ब भी दीखना क्यों बन्द हो गया ? जरा मेज के बायें कोने पर जाकर दर्पण की ओर फिर देखो। दाईं तरफ रखा हुआ यह गुलदस्ता फिर कैसे दीखने लगा ?

प्रकाश की किरणें जब दर्पण पर सीधी पड़ती हैं तो वे सीधी ही लौट आती हैं। इसलिए जब गुलदस्ते को दर्पण के ठीक सामने रख कर तुम दर्पण में देख रहे थे, तुम्हें दोनों चीजों का प्रतिबिम्ब दिखाई दे रहा था, लेकिन जब प्रकाश की किरणें दर्पण पर तिरछी गिरती हैं

तब वैसे ही लौट जानें के बजाय वे उससे टकरा कर ठीक सामने की दिशा में चली जाती हैं । इसलिए मेज के दाहिने कोने पर जाने पर तुम्हें अपना प्रतिबिम्ब दीखना बन्द हो गया था, क्योंकि तुमसे चले प्रकाश की किरणें दर्पण से टकरा कर तुम्हारी तरफ वापस आने की बजाय मेज की बाईं तरफ जा रही थी । जब तुमने गुलदस्ते को भी खींच कर अपनी तरफ कर लिया तो इसी कारण से उसका प्रतिबिम्ब भी दीखना बन्द हो गया । लेकिन जब तुम मेज के दूसरे कोने पर चले गए तब दाईं ओर गुलदस्ते से चले प्रकाश की किरणें, जो परावर्तन के बाद बाईं तरफ आ रही थी, तुम तक पहुँचने लग गई और तुम्हें उसका प्रतिबिम्ब दिखाई देने लगा । अगर गुलदस्ते के पास में अब कोई दर्पण की तरफ देखता तो उसे तुम्हारा प्रतिबिम्ब ही दीखता, क्योंकि तुमसे चली प्रकाश की किरणें परावर्तन के बाद गुलदस्ते की तरफ जा रही हैं ।



३. साथ वाली तस्वीर की तरफ देखो । मेज पर इसी तरह से दो दर्पण मिला कर एक ही रेखा पर रख दो । उनके सामने बीच में एक मोमबत्ती रख दो । देखो, दोनों दर्पणों में एक-एक प्रतिबिम्ब ही दीखता है न ? अब एक दर्पण को अपनी तरफ जरा-सा घुमा दो । अब कितने प्रतिबिम्ब दीखते हैं ? इस दर्पण को पहले दर्पण के कोने से मिला कर इतना तिरछा करो कि वह उससे एक समकोण बनाने लगे । अब कितने प्रतिबिम्ब दीख रहे हैं ? तीन दीखते हैं न ? दूसरे दर्पण को अपनी ओर घुमाना शुरू करो । प्रतिबिम्बों की संख्या में कोई अन्तर आया ? तीन से अधिक दीखने लगे न ? दर्पणों को एक-दूसरे के सामने समानान्तर रख दो । गिनो । अब कितने प्रतिबिम्ब हैं ? अनगिनत ! पर क्या सभी एक से हैं ?



जब दोनों दर्पण एक ही सीध में रखे हुए थे तो दोनों में एक-एक प्रतिबिम्ब ही दीखता था, मगर जैसे-जैसे दर्पण एक-दूसरे के सामने आते गये, प्रतिबिम्ब अधिक दीखने लगे । इसका कारण यह है कि मोमबत्ती के अलावा दर्पणों में उसके प्रतिबिम्ब के भी प्रतिबिम्ब बनने लगते हैं । जितने

अधिक प्रतिबिम्ब बनते हैं, उतने ही अधिक वे फीके और धुंधले होते जाते हैं। इसका फायदा उठाकर कुछ लोग अपने मकानों में इसी तरह से समानान्तर दर्पण लगा लेते हैं। अगर तुम किसी ऐसे कमरे में चले जाओ तो तुम्हें अपने अनन्त प्रतिबिम्ब दिखाई देंगे।

४ एक बड़े कागज पर मोटे-मोटे अक्षरों में अपना नाम लिख दो। अब कागज को एक दर्पण के सामने ले जाओ। तुम्हें अपने नाम का प्रतिबिम्ब दीखता है न ? प्रतिबिम्ब को देखो। अक्षर उल्टे दीखते हैं और इसलिए उन्हें पढ़ने में कठिनाई होती है। इस दर्पण के सामने एक और दर्पण रख दो। दूसरे दर्पण का प्रतिबिम्ब देखो। इसमें तुम्हारा नाम सीधा क्यों पढ़ा जाता है ?

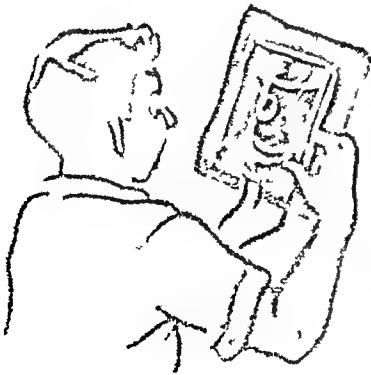
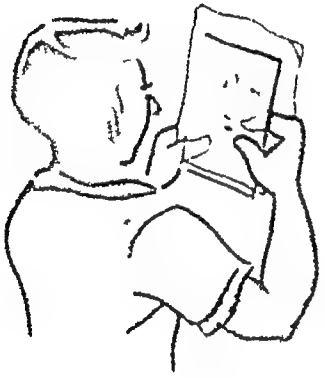
जब लिखाई को दर्पण के सामने रखते हैं तो प्रतिबिम्ब में वह उल्टी दिखाई देती है, लेकिन जब एक दर्पण और रख कर इस प्रतिबिम्ब का प्रतिबिम्ब ले लेते हैं तो वह सीधा दीखता है। अब बता सकते हो, पेरिस्कोप में दो दर्पण क्यों रखते हैं ? इसीलिए कि नीचे के दर्पण में प्रतिबिम्ब पदार्थ जैसा ही दीखता है।

५. अलग-अलग परिधि के कुछ वक्राकार दर्पण लेकर उनमें अपना प्रतिबिम्ब देखो। क्या अन्तर पड़ता है ?

वक्राकार दर्पण प्रकाश की किरणों का परावर्तन इस तरह करते हैं कि कभी तुम्हारा प्रतिबिम्ब छोटा दीखता है तो कभी बड़ा। कभी सीधा दीखता है तो कभी उल्टा। साथ वाले चित्र को देखो, वक्राकार और समतल दर्पण के परावर्तन का भेद समझ में आ जायगा।

६ सफेद कागज पर एक साफ कांच रखो। उसमें अपना प्रतिबिम्ब देखो। कैसा दीखता है ? कांच को सफेद कागज से उठाकर काले कागज पर रख दो। अब फिर से अपना प्रतिबिम्ब देखो। क्या अन्तर पड़ता है ?

अगर कांच की दूसरी तरफ से प्रकाश का आना बन्द हो जाय तो वह अच्छे-खासे दर्पण का काम करने लगता है। कागज प्रकाश के आने को बन्द कर देता है। इसलिए प्रतिबिम्ब दीखने लग जाता है।



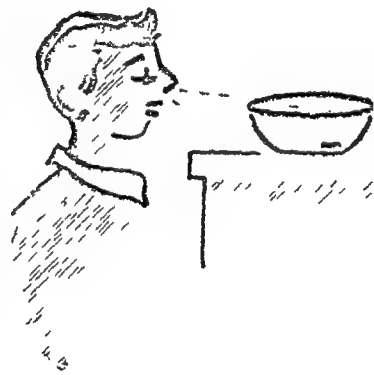
लेकिन काला कागज सफेद कागज से ज्यादा प्रकाश रोकता है । इसलिए उसके साथ प्रतिबिम्ब अधिक साफ दीखता है ।

७. अलग-अलग मोटाई के कुछ लैस लो । एक कागज पर अपना नाम लिख कर हरेक लैस से देखो । लैस को उस समय तक ऊपर नीचे करके देखो, जबतक कि नाम साफ न दीखने लगे । किस तरह के लैस से तुम्हारा नाम बड़ा और साफ दीखता है ? और किस तरह के लैस से तुम्हारा नाम छोटा दीखता है ?

८. अपने कमरे की खिड़की खोलकर सामने की दीवार पर उन्नतोदर लैस से खिड़की का प्रतिबिम्ब बनाओ । इस प्रतिबिम्ब को ध्यान से देखो । कैसा है ? तुम देखोगे कि प्रतिबिम्ब खिड़की से कहीं ज्यादा छोटा और उल्टा है ।

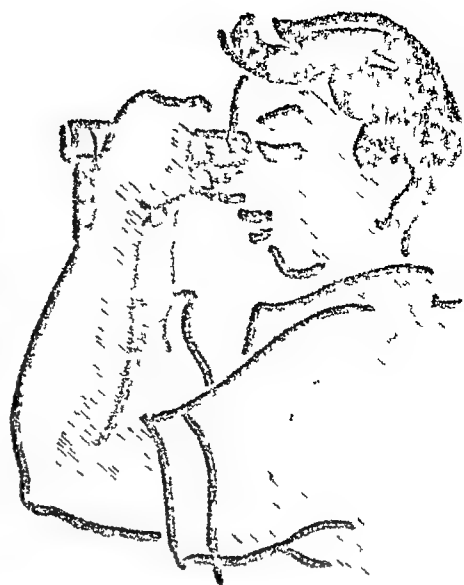
अब शायद तुम्हारी समझ में आ जाय कि छोटे-से कैमरा से इतनी बड़ी-बड़ी चीजों की तस्वीरें कैसे खींच ली जाती हैं ।

९ मेज पर एक खाली कटोरा रखो । कटोरे के पेंदे में एक पैसा डाल दो । सीधे खड़े होकर देखो । पैसा दीखता है न ? धीरे-धीरे कटोरे को इतनी दूर कर दो कि पैसा दीखना बन्द हो जाय । अब कटोरे को होशियारी के साथ पानी से इस तरह भर दो कि पैसा अपनी जगह से न हिलने पावे । कटोरे की तरफ देखो—अरे ! यह पैसा फिर से कैसे दीखने लगा ? इसका कारण बता सकते हो ? पानी भरने के पहले पैसा दीखना बन्द हो गया था, क्योंकि उससे आती प्रकाश की किरणें कटोरे के किनारों से रुक जाती थीं । कटोरे में पानी भर देने से प्रकाश का आवर्तन होने लगा और इसलिए पैसा फिर से दीखने लगा । जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है तो ऐसा ही आवर्तन होता है । इसी आवर्तन के कारण पैसे से चले प्रकाश की किरणें तिरछी होकर इस तरह से आने लगी कि उनके आंख तक पहुंचने का रास्ता पहले से ऊंचा हो गया ।



१०. एक मोटे कागज को लपेट कर उसकी करीब तीन-चार इंच लम्बी और एक इंच मोटी नली तैयार कर लो । इसे अपनी एक आँख

के आगे लगा लो। दूसरी आँख के सामने एक किताब इस तरह लाओ कि एक सिरा इस नली के निचले सिरे को छूता रहे। दोनों आँखें खुली रखकर सामने देखो। कुछ क्षण बाद ऐसा लगता है जैसे नली की जगह किताब में ही छेद हो और तुम उसीके अन्दर से देख रहे हो ?



एक आँख में कागज की नली के द्वारा बाहर से आने वाला प्रकाश आ रहा है। दूसरी आँख में किताब से आने वाला प्रकाश आ रहा है। तुम्हारा दिमाग दोनों आँखों से दीखने वाली चीजों की अनुभूति एक साथ करता है तो ऐसा लगता है कि जैसे तुम किताब के बीच से ही देख रहे हो।

इन थोड़े से प्रयोगों से परावर्तन और आवर्तन के सिद्धान्तों पर कुछ प्रकाश पड़ता है। बाद में, बड़े होकर जब तुम इस विषय पर और पुस्तकें पढ़ोगे तो तुम्हारी जानकारी काफी ज्यादा बढ़ जायगी।

सात :: रंगों की माया

एक कहावत तुमने सुनी ही होगी—‘सावन के अन्धे को हरा-ही-हरा दीखता है।’ सावन का महीना कैसा होता है ? आसमान में काली घटाएं, बिजली की चमक और पानी की मूसलाधार बौछारे। चारों तरफ हरियाली-ही-हरियाली ! जरा बादल फटे तो तेज धूप और आसमान पर रंग-विरंगा इन्द्रधनुष ! सब कुछ कैसा सुन्दर लगता है !

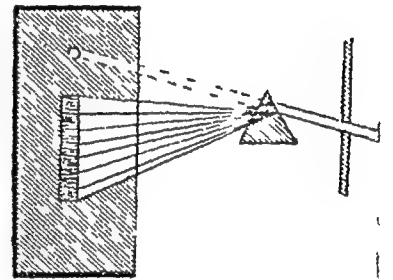
यह रंग-विरंगी छटा सब रंगों की ही माया है—न रंग होते न यह सब कुछ दीखता। पर अगर हम कहे कि यह माया रंगों की नहीं,

प्रकाश की है, तो तुम हमारी बात नहीं मानोगे। रंगों का और प्रकाश का क्या साथ ? शायद थोड़ा-सा सोच कर तुम कह दो, “हां, प्रकाश और रंग का कुछ साथ तो हो सकता है—रंग प्रकाश के बिना दीख नहीं सकते। पर इसमें खास बात क्या है ? प्रकाश के बिना दीखता ही क्या है ?”

यह चमचमाती धूप किस रंग की है ? तुम कहोगे “सफेद।” हम तुम्हारी बात मान लेते हैं। इस धूप के सफेद रंग को लेकर ही हम तुम्हारे सामने रंग की भानुमती का पिटारा खोलेंगे।

प्रिज्म (Prism) का थोड़ा जिक्र पीछे आया है, पर तुमने कभी देखा है क्या ? देखा तो तुमने होगा, पर शायद उसका नाम नहीं सुना होगा। साधारण प्रिज्म काच का एक तिकोना-सा होता है।

जरा एक प्रिज्म लेकर उसे एक आँख के सामने घुमा-फिरा कर उसमें से देखो। कैसे सुन्दर रंग दिखाई देते हैं ! इन रंगों को जरा गौर से देखो। कैसे हैं ? कभी पहले भी तुमने इन रंगों को देखा है ? देखा तो जरूर होगा ! इन्द्रधनुष के रंग कैसे होते हैं ? यही होते हैं न ? इन रंगों को गिनो। कितने हैं ? पर देखो, होशियारी से गिनना। ये रंग आपस में इतने मिले हुए होते हैं कि जरा-सी गफलत हुई कि पूरा रंग ही गिनना भूल गये। कितने रंग हैं ? सात हैं न ? तरतीब से नाम ले तो—बैंगनी, जामुनी, नीला, हरा, पीला, नारंगी और लाल।



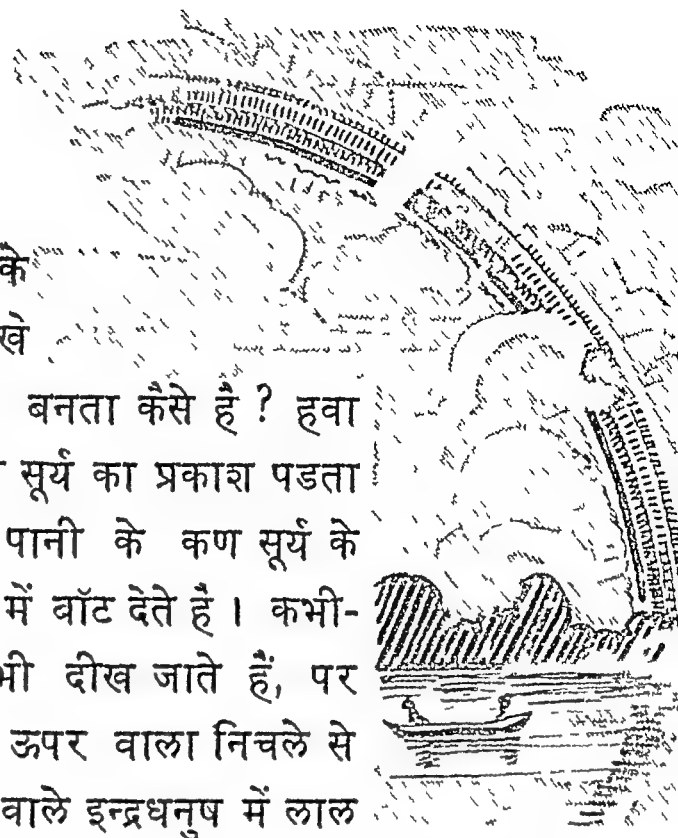
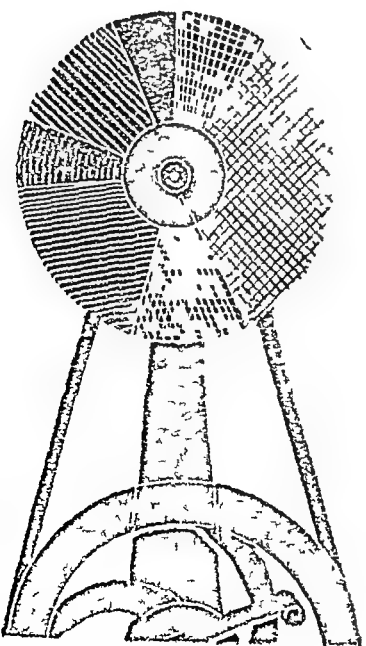
पर ये रंग आ कहाँ से गये ? इस बिना रंग के प्रिज्म से सफेद धूप ही तो देखी थी। तो फिर इसमें ये रंग कहाँ से आ गये ? रंग कहीं बाहर से नहीं आते। प्रिज्म सूर्य के प्रकाश को उसके वास्तविक रंगों में बांट देता है। वास्तव में सूर्य का प्रकाश इन सात रंगों का बना हुआ ही होता है। प्रिज्म से गुजरते समय प्रकाश की किरणों का आवर्तन होता है; लेकिन प्रकाश के हर रंग का आवर्तन कुछ दूसरी तरह से होता है। इसीलिए प्रिज्म से गुजर कर ये रंग बिखर जाते हैं और इस तरह से प्रिज्म से प्रकाश टूट कर अपनी **सतरंगी पट्टी** (Spectrum) में बिखर कर हमारे सामने फैल जाता है।

प्रिज्म की सतरंगी पट्टी के रंग तुमने इन्द्रधनुष में भी तो देखे हैं न ? पर जानते हो, इन्द्रधनुष बनता कैसे है ? हवा में मौजूद पानी के कणों पर जब सूर्य का प्रकाश पड़ता है तो इन्द्रधनुष बन जाता है । पानी के कण सूर्य के प्रकाश को प्रिज्म की तरह रंगों में बाँट देते हैं । कभी-कभी आसमान में दो इन्द्रधनुष भी दीख जाते हैं, पर उनमें खास बात यह होती है कि ऊपर वाला निचले से कम चमकदार होता है । नीचे वाले इन्द्रधनुष में लाल रंग सब से ऊपर होता है और बैंगनी सब से नीचे । ऊपर वाले में बैंगनी रंग सब से ऊपर होता है और लाल रंग सब से नीचे । जल-कणों के निचले भाग पर सूर्य की किरणें गिरने से नीचे वाला इन्द्रधनुष बनता है और ऊपर वाले भाग पर गिरने से ऊपर वाला । क्या तुमने कभी इस बात पर भी ध्यान दिया है कि इन्द्रधनुष हमेशा सूर्य के सामने ही बनता है । यदि वह सवेरे बनता है तो पश्चिमी आकाश में बनता है और शाम को बनता है तो पूर्वी आकाश में ।

पर यह जरूरी नहीं कि इन्द्रधनुष आकाश में ही बने । पानी की पतली फुहार पर सूर्य की किरणें पड़ते ही धरती पर भी इन्द्रधनुष बन सकता है । पानी के झरनों और बारीक फव्वारों के पास तुम इस तरह के इन्द्रधनुष देख सकते हो ।

अगर प्रिज्म से प्रकाश को तोड़कर सात रंगों में अलग किया जा सकता है तो क्या इन सात रंगों को मिला कर सफेद रंग तैयार नहीं किया जा सकता ? जरूर किया जा सकता है ।

प्रकाश के रंगों के भेद का पता सब से पहले इंग्लैण्ड के वैज्ञानिक न्यूटन ने लगाया था । साथ के चित्र की ओर देखो । ऊपर के रंगीन चक्के को न्यूटन के नाम पर **न्यूटन का चक्र** (Newton's Disc) कहते हैं । इस चक्र को सात भागों में बाँट कर सतरंगी पट्टी के रंगों की तरतीब से रंग देते हैं । चक्का एक पहिये से जुड़ा होता है । जरा



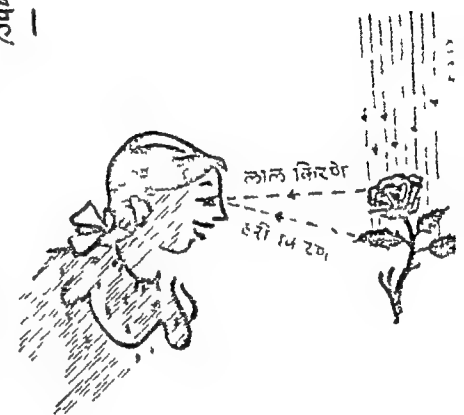
पहिये को तेजी से घुमा कर देखो । सातों रंग गायब हो जाते हैं और चक्का सफेद दीखने लगता है ।

एक प्रिज्म से बनी सतरंगी पट्टी को उसके सामने एक दूसरे प्रिज्म को उल्टा रख देने से भी इन सातों रंगों को खत्म किया जा सकता है ।

अब तुम्हें यह समझने में आसानी हो जायगी कि अलग-अलग चीजें अलग-अलग रंग की क्यों दीखती हैं । तुम जानते हो कि कोई भी वस्तु हमें इसलिए दीखती है कि वह प्रकाश की किरणों का परावर्तन करके उसकी किरणों को हमारी आँखों तक भेज देती है । लेकिन प्रकाश तो सात रंगों से मिल कर बना है । वह चीज जिन रंगों का परावर्तन करती है वही रंग हमें दीखने लगते हैं । बाकी रंगों को वह सोख लेती है ।

किताब का यह कागज सफेद क्यों दिखाई देता है ? इसलिए कि यह प्रकाश के सातों रंगों का परावर्तन कर देता है । मगर यह अक्षर काले क्यों दीखते हैं ? इसलिए कि वे किसी रंग का परावर्तन नहीं करते, बल्कि सारे ही रंगों को सोख लेते हैं । असल में देखा जाय तो काला कोई रंग होता ही नहीं । जिस तरह से सातों रंगों के परावर्तन से सफेद रंग दीखता है उसी तरह के सातों रंगों के जड़ हो जाने से काला रंग दीखने लग जाता है ।

आसमान नीला क्यों दीखता है ? इसलिए कि वहाँ से सूर्य के प्रकाश के नीले रंग का ही परावर्तन होता है । बाकी सारे रंग जड़ हो जाते हैं । अब तुम बता सकते हो कि घास हरी क्यों दीखती है, या चाक सफेद क्यों दीख पड़ता है ।

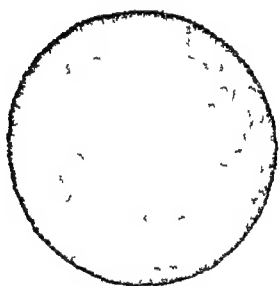


लेकिन यह तो सात रंगों ही की बात रही । फिर ये दूसरे रंग—कथई, फिरोजी आदि, कैसे दीखते हैं ? वास्तव में ये रंग कई रंगों से मिल कर बने होते हैं—जैसे नीले और पीले रंग को मिला देने से हरा रंग तैयार हो जाता है । इसी तरह से कथई रंग लाल, नीले और पीले रंग मिला देने से बनता है । उससे इन्हीं तीन रंगों का परावर्तन होता है । ड्राइंग में तुमने लाल, पीले और नीले, इन तीन प्रारम्भिक रंगों को मिलाकर कई रंग तैयार किये भी होंगे ।

बिजली, लालटेन आदि भी प्रकाश तो देती है, पर उनके प्रकाश में और सूर्य के प्रकाश में बहुत अन्तर होता है। इसीलिए कई वस्तुएं सूर्य के प्रकाश में जैसी दीखती हैं, वैसी लालटेन या दिये के प्रकाश में नहीं दिखाई देती।

वैसे प्रकाश रंगीन भी होते हैं। लाल प्रकाश में सफेद वस्तुएं भी लाल दीखने लगती हैं—नीली चीजे बैंगनी दीखने लगती हैं और हरी चीजों पर काली रंगत आ जाती है। बिना रंगे ही चीजों का रंग बदल जाता है। बस प्रकाश का रंग बदल देने भर की बात है।

तुम्हें चित्र बनाने का शौक है न? एक कागज के बीच में दो इंच व्यास का एक घेरा बनाओ। इस घेरे को चटकीले लाल रंग से अच्छी तरह रंग दो। कोई हाथ भर की दूरी पर अपने दाहिने हाथ में लेकर इस घेरे को एक-दो मिनट तक लगातार गौर से देखते रहो। अब बाये हाथ में कोरा कागज लेकर उसकी तरफ अचानक देखो। कोरे कागज पर यह हरा घेरा कहा से आ गया?



लाल और हरे रंग एक ही जोड़े के रंग (Complementary Colours) हैं। अगर जोड़े के रंगों को ठीक से मिलाया जाय तो सफेद रंग तैयार हो सकता है। जब तुम्हारी आँखें लाल रंग को देखते-देखते थक जाती हैं तो वे उसे ज्यादा बरदाश्त नहीं कर सकती। वे उसे देखना ही बन्द कर देती हैं। जब तुम काफी देर तक लाल रंग के घेरे को देख रहे थे तब तुम्हारी आँखों के साथ यही हुआ। इसलिए जब तुमने कोरे कागज को देखा तो कोरे कागज के सफेद रंग से उसके लाल अंश को उस रंग से थकी आँखों ने देखने से इन्कार कर दिया। इसलिए तुम्हें उस पर हरा रंग दीखने लगा।

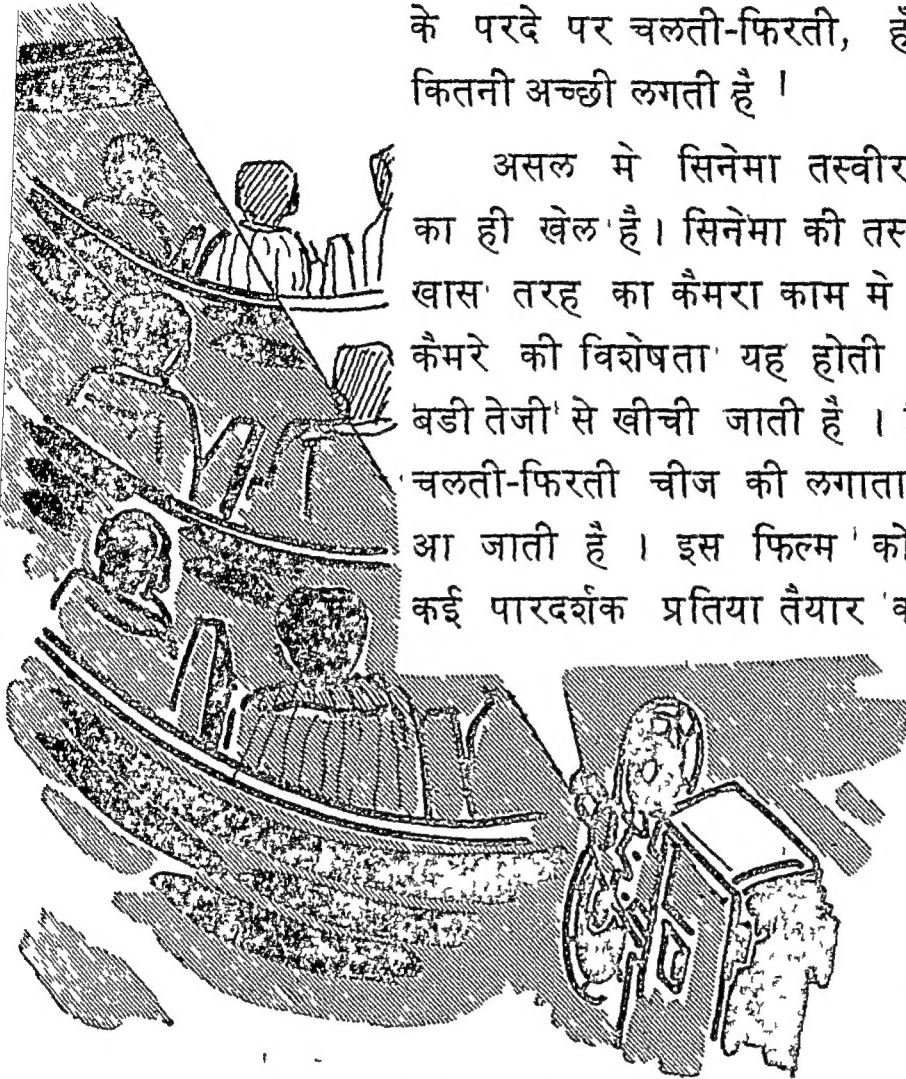
इसी तरह से दूसरे रंगों के घेरे बनाकर इन्द्रधनुष के सभी रंगों के जोड़े के रंगों का पता लगाओ।

आठ : : प्रकाश के कुछ उपयोग

प्रकृति की अन्य शक्तियों की तरह मनुष्य प्रकाश से भी तरह-तरह के काम लेता है। उसने प्रकाश उत्पन्न करने के अनेक कृत्रिम

साधन भी तैयार कर लिये हैं, जो हमारे दैनिक जीवन में काम आते हैं।

तुम्हें सिनेमा देखने का शौक जरूर होगा। सिनेमा के परदे पर चलती-फिरती, हँसती-खेलती तस्वीरें कितनी अच्छी लगती हैं।



असल में सिनेमा तस्वीर खींचने और दिखाने का ही खेल है। सिनेमा की तस्वीर खींचने के लिए खास तरह का कैमरा काम में लाया जाता है। इस कैमरे की विशेषता यह होती है कि उसमें तस्वीरें बड़ी तेजी से खींची जाती हैं। किसी भी हिलती या चलती-फिरती चीज की लगातार अनगिनत तस्वीरें आ जाती हैं। इस फिल्म को धुलवा कर इसकी कई पारदर्शक प्रतियां तैयार कर लेते हैं। सिनेमा

दिखाने के लिए फिल्म की प्रतियाँ को मशीन पर चढ़ा कर उसके पीछे से तेज रोशनी डालते हैं, जिससे सामने के परदे पर तस्वीरों की

छाया बन जाती है। मशीन पर फिल्म उसी गति से चलती है जिस गति से तस्वीरें खींची गई थीं। तस्वीरें इतनी तेजी से बदलती हैं कि आँखें उनको अलग-अलग नहीं देख सकती और एक समूचा दृश्य आँखों के सामने आता हुआ दिखाई देता है। इसका कारण यह है कि आँख के परदे पर बना प्रतिबिम्ब एकदम नहीं मिटता है, उसे मिटने में कुछ देर लगती है। लेकिन उसके मिटने के पहले ही परदे पर बदलती छाया के कारण दूसरा प्रतिबिम्ब बन जाता है और इस तरह से तस्वीरों को अलग-अलग करके देखना मुश्किल हो जाता है।



आज के विज्ञान ने हमारे लिए इस बात को सम्भव कर दिया है कि हम दूर पर घटने वाली घटनाओं को घर बैठे देख सकें और उनके बारे में सुन सकें। टेलीविजन और रेडियो ऐसे ही यन्त्र हैं।

बहुत पहले से मनुष्य सन्देश भेजने के साधन के रूप में प्रकाश का उपयोग करता रहा है। समुद्रों के किनारों पर तूफानी तटों की सूचना देने के लिए प्रकाश-स्तम्भों का निर्माण इसीलिए किया जाता है। जंगलों में रहने वाले बिछुड़े साथियों को आग जलाकर अपनी जगह का संकेत करते हैं।

रात में रेलगाड़ी के सिग्नल की लाल बत्ती को देखकर गाड़ी रुक जाती है और हरी को देखकर आगे बढ़ जाती है। रेलगाड़ी के गार्डबाबू भी इसी तरह की बत्तियाँ दिखाकर गाड़ी को रोकते और चलाते हैं।

दिन में भी प्रकाश से सन्देश भेजे जा सकते हैं। तुमने मुँह देखने के शीशे से कई बार सूर्य की किरणों का परावर्तन किया होगा। पुराने जमाने में लोग दर्पणों को इसी तरह से घुमा-घुमाकर सन्देश भेजा करते थे।

धुएँ से खबरें भेजने का भी एक तरीका है। गीली लकड़ियों को या पत्तियों को जलाकर धुएँ के ऊपर कम्बल करके उसे कुछ देर रोक कर छोड़ा जाता है। उससे उठे बादलों को दूर खड़ा साथी देख लेता है। लेकिन रेडियो और वायरलेस के कारण ये तरीके अब काम में कम ही लाये जाते हैं।

सूर्य का प्रकाश न हो तो न खेती हो सकेगी, न बारिश होगी। हवा से ऑक्सीजन धीरे-धीरे खत्म हो जायगा, जीवन असम्भव हो जायगा। चाँद चमकना बन्द कर देगा, समुद्र में ज्वार-भाटे नहीं आयेंगे और चारों ओर गहन अन्धेरा छा जायगा। पर चिंता की क्या बात है? सूर्य अभी आने वाले कई करोड़ वर्ष तक अपने जीवनदायी प्रकाश को इसी तरह से देता रहेगा।

